

بهجة المعرفة

موسوعة علمية مصورة



Digitized by Ahmed Barod



المجموعة الأولى

٢

الكون

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بهجة المعرفة
موسوعة علمية مصوّرة

الكون

المجموعة الأولى

٢



جميع الحقوق محفوظة
للشركة العامة للنشر والتوزيع والإعلان

Digitized by Ahmed Barod



The Joy of Knowledge Encyclopaedia
© Mitchell Beazley Encyclopaedias Ltd. 1976

The Joy of Knowledge Encyclopaedia Colourpaedia
© Mitchell Beazley Encyclopaedias Ltd. 1976

Derived from the Joy of Knowledge «TM» Services

The Publishers declare that an important part of
the illustrations was derived from the I. V. R.
Artwork Bank © 1974

هيئة تحرير الموسوعة :

إشراف : الصادق النيوم
رئيس قسم التحرير : الدكتور كريم عزقول
المدير الفني : فاروق البقيلي

ساهم في إعداد هذا المجلد :

ترجمة :

الدكتور رياض بدرو	الدكتور ميخائيل كريدي	الدكتور خليل الجر
- دكتور في الكيمياء من جامعات الولايات المتحدة	- دكتور بالفيزياء من جامعات الولايات المتحدة	- دكتور بالفلسفة من جامعة السوربون
- استاذ في كلية التربية - الجامعة اللبنانية	- مدير كلية التربية في الجامعة اللبنانية	- عضو المجمع العام للفلاسفة الفرنسيين
		- عميد كلية التربية في الجامعة اللبنانية

مراجعة :

قسم تحرير الموسوعة

فهرس

٨٤	الارض
٨٨	المريخ
٩٢	الرحلات الى المريخ
٩٦	خرائط المريخ
١٠٠	منظر شامل للمريخ
١٠٤	اقمار المريخ
١٠٨	الكويكبات السيارة
١١٢	المشتري
١١٦	منظر شامل للمشتري
١٢٠	زحل
١٢٤	اقمار المشتري وزحل
١٢٨	الكواكب السيارة الخارجية
١٣٢	المذنبات
١٣٦	النيازك والرجم

الشمس

١٤٠	الشمس والطيف الشمسي
١٤٤	جو الشمس واشعاعاتها
١٤٨	كسوفات الشمس

النجوم

١٥٢	أنواع النجوم
-----	--------------

٨	هذه الموسوعة
١٤	خطة التحرير
٢٠	مقدمة

تقنيات علم الفلك

٢٨	افلاك لا تهيدا
٣٢	الابعاد الفلكية
٣٦	المنظير والمراقب
٤٠	المراصد الكبرى
٤٤	الفلك غير المنظور

نظامنا الشمسي

٤٨	تطور نظامنا الشمسي
٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
٥٦	القمر
٦٠	الرحلات الى القمر
٦٤	بنية القمر
٦٨	خرائط القمر
٧٢	منظر شامل للقمر
٧٦	عطارد
٨٠	الزهرة



٢٢٤.....	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٢٣٨.....	خرائط النجوم الفصلية الشمالية
٢٣٢.....	خرائط النجوم الفصلية الجنوبية

الانسان في الفضاء

٢٣٦.....	تاريخ المنجزات الفضائية
٢٤٠.....	المحطات الفضائية
٢٤٤.....	استعمار القمر
٢٤٨.....	القاعدة المريخية
٢٥٢.....	استكشاف السيارات الداخلية
٢٥٦.....	استكشاف المشترى وزحل
٢٦٠.....	استكشاف السيارات النائية
٢٦٤.....	ما وراء مملكة الشمس
٢٦٨.....	عوالم أخرى

متفرقات

« أقرأ أيضاً »
معجم مصطلحات علم الكون

١٥٦.....	تطور النجوم
١٦٠.....	السدم
١٦٤.....	من السدم الى البُلسارات
١٦٨.....	البُلسارات والفجوات السوداء
١٧٢.....	النجوم المزدوجة
١٧٦.....	النجوم النابضة
١٨٠.....	النجوم غير المنتظمة
١٨٤.....	العناقيد النجمية

المجرات

١٨٨.....	مجرّتنا
١٩٢.....	مجرّات المجموعة المحلية
١٩٦.....	أنواع المجرّات
٢٠٠.....	المجرّات الاشعاعية والكوازارات
٢٠٤.....	الكون المتمدّد

خرائط النجوم

٢٠٨.....	خرائط الكوكبات
٢١٢.....	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٢١٦.....	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٢٢٠.....	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)

هذه الموسوعة

Digitized by Ahmed Barod

لأول مرة في لغتنا العربية .
لأول مرة في تاريخنا بأسره ، تصدر عندنا موسوعة
مصورة ومعدة فعلاً على مستوى العمل الموسوعي .
لم يكن يوسعنا أن نتجاهل هذا النقص في مكتبتنا
العربية ، ولم يكن من خطتنا أن نوفيه بأي عمل لا
يجاري مستويات الموسوعات الحديثة في أكثر لغات
العالم تقدماً . وقد انفقنا بعض الوقت ونحن نبحث
جاهدين عما يدعى عادة باسم « الحل الوسط » ،
لكن البحث نفسه لم يعلمنا شيئاً سوى أنه ليس ثمة
حل وسط لأداء أي عمل جدي .
وذهبنا الى القمة .

اتصلنا بدور النشر شرقاً وغرباً ، وفحصنا
اعمالهم بكل ما في حوزتنا من رغبة في التدقيق ،
واخترنا أفضل - واحد - واحد - عمل بينها ، ثم اندفعنا
نفاوض على حقوق نشره في ملحمة مرهقة ، وغريبة
بعض الشيء عن عالم منتجى الموسوعات في
الغرب . فلم تكن نفاوض على الثمن ، بل على
حقنا في تنقيح المادة ، وكان ذلك الطلب يدهشهم -
أحياناً - أكثر مما نتمنى .

بالتدريج تعلمنا أن نشرح لهم موقفنا .
بالتدريج بدأنا نقنعهم بأننا لا نريد أن
ننقل عملهم الى اللغة العربية ، بل نريد
ان نعدّ لأنفسنا موسوعة عربية تخصنا ،
وتعكس روحنا وبيئتنا وذوقنا ، وترى
الاشياء من وجهة نظرنا ، اذا كان لا بد أن
تراها من وجهة نظر أمة ما .

وتقبّلوا فكرتنا في دار ميتشل بيزلي ذات
السدور الرائد في ابتكار الموسوعات
المصورة ، وانفتح الباب الذي ظل مغلقاً
طوال تاريخنا القديم والحديث على حد
سواء ، وبدأنا بالعمل لتقديم اول انتاج
موسوعي متكامل في لغتنا العربية ، بعد
ان تقررر خطة التنفيذ خلال جلسة شبه
عائلية بين ثلاثة من المسؤولين عن
التنفيذ .

في تلك الجلسة تقرر اولاً اننا سنواجه
مشكلة صعبة في نقل المصطلحات الى حد
قد يدعوننا احياناً الى استعمال الكلمة

اللاتينية حرفياً . وبالنسبة لهذه النقطة ،
كان الحل الوحيد لدينا هو أن نوكل الترجمة
الى اساتذة جامعيين في المادة نفسها ، وليس فقط الى
مجرد مترجمين ، في محاولة حافلة بالتوقعات لحمل
الخبر العربي على مواجهة مشاكل لغته المعاصرة ،
واشراكه في مسئولية البحث عن الكلمة الأفضل
والاكثر قرباً الى روح ثقافتنا وشخصيتنا .

ابعد من ذلك لم يكن بوسعنا - ولم يكن من حقنا
أصلاً - أن نمضي شبراً واحداً . فنحن لا نتصدى
لكتابة لغة جديدة للعرب ، بل لتسجيل معلومات
جديدة في لغتهم ، وهي اقصى مهمة تستطيع أية
موسوعة أن تؤديها .

في تلك الجلسة تقرر أيضاً أن الترجمة على أي حال
ليست هي وحدها كل المشكلة . فمنهج التحرير
نفسه في تغطية مواد الموسوعة الانجليزية منهج لا
يلبي جميع احتياجاتنا . أنه يهيء لنا مادة علمية ممتازة
العرض والتنسيق في مجلدات « الكون »
و « الأرض » و « الحياة » ، لكن اهتماماته في مجلدات
اخرى مثل « الانسان والمجتمع » ، و « مسيرة



من مواضيع المجلد :

- النظرية الذرية
- الحرارة والضوء والصورة
- الكهرباء
- الكيمياء . . .

الحضارة » ، لا تغطي كثيراً مما يهتمان نحن
في الدرجة الأولى .

بالنسبة لهذه النقطة كان الحل لدينا
هو أن نعيد اخراج الموسوعة بأسرها في
مجموعتين : -

المجموعة الأولى موجهة لتغطية ميادين
العلوم الطبيعية المعاصرة في المجلدات
الخمس التالية :

- ١ (العلم
- ٢ (الكون
- ٣ (الأرض
- ٤ (الحياة
- ٥ (الاداة والآلة

وصفة هذه المجموعة انها تتعامل مع
حقائق علمية مجردة . ودورنا فيها هو اننا



- وسائل النقل
- الأسلحة
- الهندسة
- الصناعات الكيميائية . . .

- كيف بدأت الحياة ؟
- النبات
- الحشرات والسمك
- الطيور والدينيات . . .

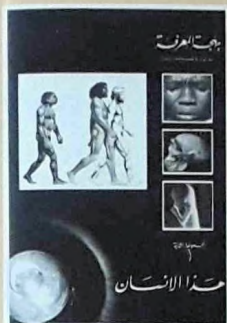
- تركيب الارض
- البحار والمحيطات
- المناخ والطقس
- مصادر الغذاء والطاقة . . .

- علوم الفضاء
- المجموعة الشمسية
- النجوم وخرائط النجوم
- الانسان والفضاء . . .

جانين مختلفين في وقت واحد . فمنهج المحرر الاوربي هو أن ينظر الى ميادين العلوم الانسانية في أوروبا ، ويركز بحوث النص على قضايا المجتمع والتاريخ فيها ، مقابل أن يكتفي بتغطية شبه عامة لمعظم ما يقع خارج هذا الاطار . ومشكلتنا نحن في الطرف الآخر أن هذا المنهج يلزمنا بتفاصيل لا نحتاج اليها عن أوروبا ، ويحرمنا معلومات اساسية نحتاج اليها اكثر عن مجتمعاتنا وتاريخنا وطبيعة قضايانا التي نتعامل معها . وكأن الأمر كله بالنسبة لنا مجرد دعوة للاختيار بين أن نقل المجموعة الى اللغة العربية وبين أن نعدّ لانفسنا مجموعة عربية تحضنا . هذه المرة لم تكن مشكلتنا ان نجد حلاً ، بل أن نتفق على اتخاذ قرار . وقد اعترانا التردد ، وارتفعت اصواتنا بعض الشيء ، ونحن نعدد لانفسنا انواع المصاعب والاحتمالات ، لكن ذلك فيما يبدو مجرد

نقلنا جميع معلوماتها بأمانة ودقة . وما نتوقه منها هو أن تسد الثغرة الهائلة - والشديدة الوضوح - في مكتبتنا العربية في ما يخص حقل المعرفة المصورة بالذات . المجموعة الثانية موجهة لتغطية ميادين العلوم الانسانية في خمسة مجلدات اخرى هي :

- ١) هذا الانسان
 - ٢) الانسان والمجتمع
 - ٣) مسيرة الحضارة مجلد اول
 - ٤) مسيرة الحضارة مجلد ثان
 - ٥) مسيرة الحضارة مجلد ثالث
- وصفة هذه المجموعة أن خطة تحريرها بحكم طبيعة العلوم الانسانية نفسها خطة لا يمكن ادائها من



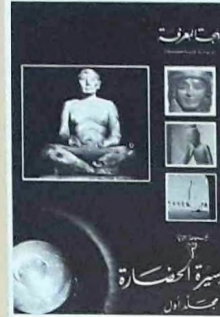
من مواضيع المجلد :

- قصة التطور
- كيف يعمل جسدك وينمو ؟
- الصحة والمرض
- مراحل العمر المختلفة . . .

جزء متوقع من أية جلسة مخصصة لاتخاذ قرارات صعبة . فقد انتهى الأمر بيننا بالاتفاق على أي حال ، واتفقنا جميعاً على اختيار الطريق الأطول والأكثر تعقيداً .

رأينا أن نعيد توزيع النص . أن نتدخل لتفقيح المادة . أن نحذف . أن نضيف . ورأينا أن ذلك يعني في الواقع اننا سنعدُّ كثيراً من فصول هذه المجموعة بأنفسنا ، مما يتطلب بدوره أن نلتزم أيضاً بالمستوى الرفيع - والمتبرك - لاختراع النص في نسخته الاصلية . فماذا فعلنا ؟ قمنا بتقسيم مواد المجموعة الثانية الى ثلاثة اقسام :

القسم الأول : دراسة علمية منفصلة من مجلدين ، احدهما يضم معظم المعلومات المتوفرة الآن عن الانسان وتطوره ، ووظائف اعضائه وتشرح



- استعمار العالم العربي
- الحرب العالمية الاولى
- حركات التحرير في العالم العربي
- الحرب العالمية الثانية ...

- اوربا في القرن الرابع عشر
- اكتشاف امريكا
- العشانيون
- مطلع عصر الاستعمار ...

- نشأة المجتمعات
- امبراطوريات العالم القديم
- ظهور الاسلام
- الغول في بغداد ...

- عن الموت والحياة
- الانسان والدين
- السياسة
- القانون ...

واحد ، يتبعه في وقت لاحق اطلس تاريخي
للوطن العربي . ومنذ بداية هذا القسم
كنا قد افترقنا كثيراً عن النص الاجنبي ،
وكنا نعرف على وجه اليقين اننا هذه المرة
لا بد أن نعد معظم المادة بأنفسنا .

فماذا فعلنا ؟

سؤال بديهي حقاً ، لكن اجابته
الصحيحة لا تقع في نطاق هذه المقدمة
وحدها او هذا الكتاب كله . انها تقع في
عشرة مجلدات ، تضم اربعة الاف صفحة
تقريباً ، وأكثر من عشرة الاف صورة ،
وجهد خمسمائة محرر ورسام طوال أربع
سنوات كاملة .

لصداركم

جسده وصفاته ، ومشاكله العقلية
العامية . والآخر يتعرض لموقع الانسان في
المجتمع ، والتركيبات الجماعية المعروفة في العالم ،
وقضايا الشخصية والنمو العقلي . وفي هذا المجلد
كان دورنا أن نساند معظم الدراسات الاصلية التي
تركزت بحوثها على مجتمعات اخرى بدراسات
جديدة عن مجتمعنا العربي ونوع قضايا ذات الطابع
المختلف . وقد بلغت حصيلة اضافاتنا مائة صفحة
تقريباً مخصصة كلها لتحديد ابعاد الصورة الأخرى
التي تسود مجتمعاتنا في العالم العربي .

القسم الثاني : دراسة تاريخية من مجلدين
يعرضان قصة الحضارة منذ عصور ما قبل التاريخ الى
نهاية العصور الحديثة . وفي هذا القسم تجاوزت
اضافاتنا حدود المائة صفحة ، ووقع علينا عبء
اعداد الفصول الخاصة بتاريخ الاسلام والعرب
بالذات لتغطية النقص الظاهر في اصل الموسوعة .
القسم الثالث : دراسة للتاريخ المعاصر من مجلد

خطّة التحرير

كلمة موسوعة في اللغات الاوربية تعني تقريبا ما تعنيه كلمة « حلقة الدرس » في لغتنا . انها تجميع للمعارف طبقا لخطّة اخراج خاصة من شأنها ان تضع حصيلة ضخمة من المعلومات بين يدي القارئ المتخصص والقارئ العادي على حد سواء .

ثمة خطتان لتحرير الموسوعات :

الاولى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب التجميع حسب الحروف الابجدية ، وتعمل على تقسيم معلوماتها في خانات ترتبط بنوع الحرف وليس بطبيعة الموضوع . مشكلة هذه الخطّة انها قائمة على تفكيك الوحدة الى فقرات مبتورة او مكررة ، مما يجعل الموسوعة نفسها مجرد قاموس مطول ، قد يرضي حاجة قارئ يبحث عن اجابة معينة لسؤال معين ، مثل « من هو قلب الاسد ؟ » ، او « متى عاش صلاح الدين ؟ » ، لكنه لا يسد حاجة من يشد المعرفة الحقيقية بظروف هذين الرجلين وظروف العصر الذي شهد لقاءهما .

الخطّة الاخرى : ان تتبنى الموسوعة اسلوب تجميع المعلومات حسب وحدة الموضوع ، بحيث تقدم عرضا شاملا له ، بغض النظر عن حروفه الابجدية . فالقارئ هنا لا يتلقى معلومات متفرقة عن قلب الاسد او صلاح الدين تحت حروف ابجدية متباعدة ، بل يشاهد حياتهما بمجملها وعصرهما بكامله ، ويتعرف على الظروف والاحداث التي احاطت بهما ، في عرض واحد مفصل تحت عنوان « الحروب الصليبية » . ان هذه الخطّة ، بكل ما تقتضيه من المحرر من مراعاة الشمول والدقة ، هي التي رأيناها جديرة بتحرير موسوعة كبرى مثل « بهجة المعرفة » .

بهجة المعرفة ؟ نعم ، فهذا الاسم بالذات ليس مجرد اختيار عابر من جانبنا ، بل هو المنهج ذاته المتبع في اعداد مواد الموسوعة وفي توزيعها ايضا .

لم نكثر للفكرة القائلة بان المعرفة التي تكتسب بيسر لا بد ان تكون معرفة سطحية او غير نافعة . الواقع ان مثل هذا الزعم ليس خياليا وبعيدا عن مفهوم التربية فحسب ، بل انه مفسد ، اذ من شأنه ان يسد كل طريق ممكن الى المعرفة . لقد تعمدا ان نتجاهله ، وصممنا على ان نقضي في الاتجاه الاخر ، عازمين على تأكيد ايماننا بان المعرفة في حد ذاتها هي اول لذات الحياة واكثرها اثارة للبهجة .

استعملنا الرسوم . استعملنا الجداول واللوحات والخرائط . اتجهنا لتطوير طريقة

عرض المادة بحيث يسقط الضوء على كل موضوع من ثلاث زوايا مختلفة في وقت واحد : زاوية النص العام الذي يتولى مهمة شرح الموضوع وتحديد اطاره ؛ زاوية الصور التي تواكب فقرات النص بمثابة شروح او وثائق ؛ زاوية التعليق على الصور ، وهو نص آخر قائم بذاته ، لإضافة مزيد من المعلومات الى النص العام او شرح تفاصيله . هذا المنهج في تغطية جميع وحدات الموضوع من عدة زوايا في وقت واحد هو الذي قاد المشرفين على اخراج الموسوعة في اللغة الانجليزية الى ابتكار نظامهم البارع - والمفيد - لتجميع كل موضوع على حدة في قطاع واحد من صفحتين .

نظام القطاع : اصطلاح « القطاع » يمثل هنا الوحدة الاساسية لجميع المجلدات ، وهو صفحتان في الاصل الاجنبي ، واربع صفحات في النسخة العربية ، نظراً لاختلاف حجم المجلد من جهة ، وصغر انماط الحرف اللاتيني من جهة اخرى . كل قطاع يضم نصاً رئيسياً يقع في ٧٥٠ كلمة تقريباً على امتداد النصف العلوي من الصفحات الاربع ، تضاف اليه الصور والرسوم الملونة التي تغطي مع شروحيها اكثر من نصف المساحة . وقد اخترنا للشروح اصغر نمط متاح للحرف العربي ، لكي نفسح مجالاً كافياً لحشد مزيد من التفاصيل ، دون ان تصبح القراءة صعبة او مرهقة . نقل القطاع من اصله الاجنبي الى النسخة العربية تم بنجاح ، رغم الاختلاف الظاهر بين حجم المجلد في كلتا الموسوعتين . لقد التزمنا اصلاً ، في القطاعات التي قررنا نقلها بحذافيرها الى اللغة العربية ، بنشر جميع الصور في احجامها الاصلية وجميع النصوص والشروح التي يضمها القطاع على اربع صفحات بدلاً من اثنتين .

لمن « بهجة المعرفة » ؟ في الدرجة الاولى نحن نتوجه الى القارىء المدرب الذي تلقى تعليماً منظماً يعادل - على الاقل - مرحلة التعليم الاعدادي . فقراءة موضوعات الموسوعة من دون المام بأليات المعرفة قد لا تكون امراً مشوقاً . فيما عدا ذلك ، نعتبر « بهجة المعرفة » « حلقة درس » حقيقية مفتوحة فعلاً لجميع الاعمار .

لقد ضممنا ثلاثة مصادر للمعرفة ، تمثل مستويات المعارف المختلفة : مصدرراً يعالج معلومات اساسية قد يحتاج اليها كل قارئ ، مثل المواد الخاصة بوظائف الجسم

وتربية الطفل وامور الصحة والمرض ؛ ومصدراً يعالج معلومات مفيدة وممتعة معا ، من شأنها ان تشد انتباه كل قارئ بين الاعدادي وبين الجامعة ، لأنها تهيم له مرجعا علميا موثوقا به لجميع المعارف التي يتلقاها طوال سنوات دراسته ، مثل المواد الخاصة بالتاريخ والعلوم الطبيعية والرياضيات والفلك ؛ ثم مصدراً ثالثاً يعالج معلومات متخصصة لا يحتاج القارئ الى مطالعتها فقط ، بل الى مراجعتها ايضا بين حين وآخر ، بحثاً عن الحل او المشورة ، مثل المواد الخاصة باستعمال الآلات او موضوعات غذاء الطفل ورعاية الحامل .

كيف تقرأ ؟ نظام القطاع مصمم خاصة لتحويل الموسوعة الى مكتبة امام كل قارئ لا يرتبط بمنهج بحث معين . انه يستطيع ان يقرأ كل كتاب على حدة - او حتى كل قطاع على حدة - ويستطيع ان يضمن لنفسه فيضاً زائراً من المعلومات النافعة دون ان يخسر شيئاً من متعة التشويق والتباين . لكن نظام القطاع قد يقدم خدمة اكبر للقارئ المدرب الذي يستعمل الموسوعة طبقاً لمناهج محددة في البحث .

فهذا القارئ ، سواء كان طالباً او باحثاً متخصصاً ، غده الموسوعة بمراجع قريب وسهل التداول ، يكفيه مشقة البحث الطويل بين المصادر ، ويكفيه في الدرجة الاولى مشقة تجميع المصادر نفسها . كل ما يحتاج اليه هنا هو ان يراجع في « اقرأ ايضاً » ارقام صفحات القطاعات المترابطة في كل مجلد على حدة ، لكي يكتشف بنفسه ان كل قطاع يعمل تلقائياً بمثابة خلية واحدة في جسم واحد ، وان كل قطاع يقود الى الآخر في تسليج متواصل النمو والتشابه مثل المعرفة الحية نفسها .

كيف تبحث ؟ الخطوة الاولى ان تحدد لنفسك المجلد الذي يتعامل مع موضوعك . فما يخص الانسان مثلاً تبحث عنه في « هذا الانسان » ، وما يخص الفضاء تبحث عنه في مجلد « الكون » . ومجلدات الموسوعة مقسمة عمداً الى مجموعتين لتسهيل هذه المهمة بالذات . الخطوة الثانية ان ترجع ، في « هذا الانسان » مثلاً ، الى الصفحة الثامنة عشرة ، حيث تجد خارطة مفصلة للكتاب ، تحدد لك اين تجد موضوعك ، وموقعه من المادة بأسرها . فاذا كنت تبحث عن امر يتعلق بالجهاز الهضمي مثلاً ، فسوف ترشدك الخارطة الى القسم الثاني المخصص للجسم البشري في بنيته وفي وظائفه . بعد ذلك ، كل ما تحتاج اليه هو ان تلقي نظره على فهرس المحتويات لكي تعرف الصفحة التي تحتوي على موضوعك .

الدكتور كريم عزقول

نظام القطعاع

النص الرئيسي هو عرض لموضوع قائم بذاته ، من ٧٥٠ كلمة تقريباً ، يلا الجزء الأعلى من صفحات القطعاع الرابع .

الرسوم والصور هي رسوم وصور وغططات ولوحات وجداول وخرائط تضيي طابعاً حياً على تفاصيل الموضوع ونمطه مثالا امام عينيك .

المواش هي كلمات - عناوين لاجزاء الرسوم والصور او ارقام تذلك الى شروحا في التعليقات .

التعليقات هي شروح للرسوم والصور تستخرج معانيها وتوضح دقائقها وتزودك بمعلومات تفصيلية اضافية عن الموضوع .

اقرأ ايضاً هي قائمة بالابحاث التي تتناول نواحي اخرى من الموضوع ذاته والتي يمكنك مطالعتها في هذا المجلد . وقد افرود لها باب خاص في آخر المجلد .



خطة الكتاب

تقنيات علم الفلك (من صفحة ٢٨ الى صفحة ٤٧)

نظامنا الشمسي (من صفحة ٤٨ الى صفحة ١٥١)

تطور النجوم

أنواع النجوم

النجوم غير المنتظمة

النجوم (من صفحة ١٥٢ الى صفحة ١٨٧)

المجرات (من صفحة ١٨٨ الى صفحة ٢٠٧)

خرائط الكوكبات

دليل النجوم

خرائط النجوم القطبية

خريطة النجوم (من صفحة ٢٠٨ الى صفحة ٢٣٥)

الانسان في الفضاء (من صفحة ٢٣٦ الى صفحة ٢٧١)

متفرقات (من صفحة ٢٧٤)



الأبعاد الفلكية

المراقب والمرصد الكبيرى

الفلك غير المنظور

تطوره

اعضاؤه

الشمس

أنواع المجرات

مجرّتنا

المجرات الاشعاعية والكوازارات

الكون المتمدّد

المنجزات الفضائية

استكشاف السيارات القريبة

استكشاف السيارات النائية

اقرأ ايضا ، لائحة بقراءات اضافية لاستكمال كل قطاع

معجم مصطلحات علم الكون

صور الكواكب الثمانية والاربعين

مدخل *

لنا من تحركات الشمس لا ينشأ عن حركتها هي ، بل عن حركة الأرض . وهكذا دشنت نظريته حول مركزية الشمس (التي عرضها بتفصيل في كتابه الشهير « في دورات الأجرام السماوية » عام ١٥٤٣) مرحلة أساسية من مراحل تطور الفكر البشري .

كانت مهمة نظرية كوبرنيكوس انزال الأرض عن عرشها الثابت في وسط النظام الشمسي . ثم جاء اختراع المرقب وتحسينه التدريجي ، خلال القرون القليلة التالية ، فأتجه اهتمام الانسان نحو النجوم . لكن من غريب الأمور أنه ، رغم انتشار نظرية كوبرنيكوس ، ظل الاعتقاد سائداً ، خلال ما يقرب من أربعة قرون ، بأن الشمس والنظام الشمسي يشكلان مركز الكون النجمي . الى أن أطل ، بعد عام ١٩١٨ ، العقد الحاسم في تاريخ الفلك ، إذ فيه قضت القياسات الفلكية نهائياً على اعتقاد الانسان بمكانه المركزي في وسط الكون . فقد شاهدت هذه السنوات تقدماً ثورياً في فهمنا لبنية مجرتنا ، درب التبانة ، ولتنظيم الكون الأوسع . نشأ هذا الفهم الجديد عن اكتشاف طريقة لقياس مسافات النجوم البعيدة جداً عن النظام الشمسي . كان من الممكن ، حتى القرن الماضي ، قياس مسافات النجوم القريبة بالطريقة المثلثية المباشرة . لكن رغم اكتشاف التقنيات الفوتوغرافية ، لم تتناول هذه الطريقة ، حتى

أجهدت الاكتشافات الفلكية مخيلة الانسان عبر الأجيال . فالانتقال من فكرة أرض مسطحة الى كرة يمكن الدوران حولها بحرراً كان دون شك في غاية الصعوبة . في الواقع ، لم تُشاهد كروية الأرض مباشرة ولم يقم الدليل الفوتوغرافي عليها الا في عصرنا هذا . وذلك بفضل الطائرات المحلقة عالياً في الفضاء وأقمار الأرض الاصطناعية . كذلك أحدثت ، في القرنين السادس عشر والسابع عشر ، الفكرة القائلة بأن الأرض ليست ثابتة في وسط الكون ، اضطراباً هائلاً في الفكر البشري . فأرسطو كان قد افترض ، في القرن الرابع ق م ، أن الأرض ثابتة في وسط نظام الأجرام السماوية ، كما أن بطليموس ، تبني فكرة أرسطو هذه في القرن الثاني بعد الميلاد . موضحاً أن كل سيار يتحرك في دائرة صغيرة (فلك تدوير) تنتقل بمركزها حول الأرض في مدار واسع (الدائرة الناقلة) ؛ وقد قبل علماء الفلك بهذه النظرية طوال ١٤ قرناً .

عندما نادى كوبرنيكوس ، قبل ٥٠٠ سنة تقريباً ، بأن الأرض تدور حول الشمس ، صرخ لوثر قائلاً : « هذا المجنون سيقبل علم الفلك برمته رأساً على عقب . ألم يقل الكتاب المقدس بأن الشمس وليست الأرض هي التي أمرها يشوع بالتوقف ؟ » فكوبرنيكوس كان قد كتب في عام ١٥٠٨ ، تعليقاً فلكياً قال فيه : « ما يبدو

آخر القرن الغابر ، الا المسافات القريبة من ١٠٠ سنة ضوئية ، وهذا لم يسمح بتحديد سوى مسافات بضعة آلاف من النجوم .

غير أن ما أحدث تقدماً كبيراً في قياس المسافات ، تمّ على يد هنريتا ليفيت (١٨٦٨ - ١٩٢١) وهارلو شيلبي (١٨٨٥ - ١٩٧٢) في أوائل القرن الحالي ، وهو ما أدى مباشرة الى تغيير أساسي في تقديرنا لقياسات الكون الواسعة .

درس شيلبي « النجوم المتغيرة » في المجموعات الكروية . حتى عام ١٩١٨ ، وكان قد قاس مسافات ٢٥ جرماً من أصل ١٠٠ جرم معروف من هذا النوع ، ووجد أنها على مسافات شاسعة من الشمس ، أي على بعد يتراوح بين ١٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية . ولما لاحظ أيضاً أن هذه المجموعات موزعة عبر السماء بدون انتظام - ثلثها محشود في جوار غيمة برج القوس - استنتج أن الشمس بعيدة جداً عن مركز نظام نجوم مجرة درب التبانة .

كان استنتاج شيلبي هذا الضربة القاضية على المفهوم الأنوي القديم لمكان الانسان في مركز الكون . فاللمة ألف مليون نجم في هذه المجرة ليست مرتبة ترتيباً تماثلياً نحن في وسطه . أنها تقع في قرص مسطح يمتد بعيداً الى مسافة ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية ، بينما تقع الشمس على بعد ٢٢٠٠٠ سنة ضوئية عن منطقته الوسطى . ثم

سرعان ما أدت انجازات علماء الفلك الاشعاعي المعاصرة ، الذين تمكنوا من دراسة غاز الهيدروجين المحايد في درب التبانة الى تكوين صورة نهائية عن بنيتها اللولبية . مع أن هذه القياسات أثارت عدة صعوبات جديدة ، فمن المسلم به اليوم أن هذه المجرة تدور وأذرعها تتدلى بشكل سائل لزج واننا ، لبعدها عن مركزها ، ندور دورة واحدة فقط كل ٢٢٠ مليون سنة ، بينما تتم الدورة عند عشر هذه المدة تقريباً كل ٢٨ مليون سنة . كذلك أصبحنا نعلم ان الكتلة الكاملة للمجرة ، التي تساوي 2×10^{11} شمساً ، ليس فيها من الغبار أو الغاز سوى حوالي ٢٪ ، وان القسم الأكبر من هذه الكمية الضئيلة (حوالي ٩٩٪) هو هيدروجين . لكن التوزيع غير المنتظم لهذا الغاز ، والاكتشاف الحديث لكميات ضئيلة من الجزئيات الأخرى المعقدة (بما فيها الماء) يثيران بعض المشكلات .

احدى الميزات ، التي تلفت النظر في بنية درب التبانة ، هي أن الكتلة في المناطق الوسطى تتألف خصوصاً من نجوم حمراء قديمة . وان الغاز لا يشكل ، على مدى ٢٠٠٠ سنة ضوئية ، سوى ١٪ تقريباً من الكتلة بكاملها . لكن هذه النسبة تختلف اختلافاً ملحوظاً في الأذرع اللولبية حيث تقع الشمس . فالنجوم هنا هي في معظمها حديثة وزرقاء ، ويشكل الغاز حوالي ٢٠٪ من الكتلة .

عدد ضخم من المشكلات الهائلة التي ما تزال بدون حل حتى اليوم . تشكل أحد الاكتشافين الرئيسيين خلال السنوات التي جاءت مباشرة بعد الحرب العالمية الأولى . أما الاكتشاف الثاني . فقد تم على يد ادوين هبل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) . كان مرقب جبل ولسن البالغ قطره ٢٥٤ سم قد أصبح انذاك جاهزاً للاستعمال . فاستعان به هبل للإتيان بأول دليل نهائي على أن مجرتنا لا تشمل الكون برمته . بقي الفلكيون قبله . طوال قرن كامل . يتساءلون هل بعض الأشياء السديمية المرئية في الفضاء يمكن أن تكون أنظمة نجمية مستقلة واقعة بالقرب من مجرتنا . فجاء قياس هبل للمسافات بواسطة متغيرات النجوم يعطي الجواب الشافي . ففي عام ١٩٢٦ ، نشر هبل النتائج التي توصل اليها حول ٤٠٠ نظام كان قد قاس فيها تغيرات الضوء لدى متغيرات النجوم . فأثبتت هذه النتائج أن ثلث النجوم تقع على مسافات بعيدة جداً عن مجرتنا . يشكل برهان هبل على أن هذه الأنظمة النجمية واقعة خارج المجرة ومستقلة عنها حدثاً رئيسياً في تاريخ علم الفلك . كذلك أيضاً كانت خطيرة النتائج الملاحظات التي نشرها حول العلاقة بين مسافات هذه الأنظمة وظاهرة زيجان خطوطها الطيفية باتجاه النهاية الحمراء للطيف . فقد أثبت . استناداً الى تفسيره للزيجانات الحمراء على أنها من نوع ظاهرة

من المعتقد اليوم أن الارصاد المعاصرة للشحَب الغازية في الأذرع اللولبية لمجرتنا توفر لنا دليلاً قوياً على أن نجوماً جديدة أخذت بالتكون في هذه السحب . فدراسة هذه السحب . التي قام بها علماء الفلك الاشعاعي باستعمال المراقب الراديوية ذات الموجات القصيرة جداً . قد أفضت الى نتائج كان لها معنى خاص . فذرات الهيدروجين المحايد تبث خطأ طيفياً طول موجته ٢١ سم . على غرار ذلك . لوحظ أن لجزيئات مختلفة أخرى معالم الخط الطيفي المميزة . مع ذلك . لم يفكر أحد الى وقت قريب بإمكان العثور على دليل يثبت وجود مثل هذه الجزيئات في فضاء ما بين النجوم . لكن في عام ١٩٦٣ اكتشفت مجموعة الهيدروكسيل . ثم في مدى ثلاث سنوات بعد عام ١٩٦٩ . اكتشفت الخطوط الطيفية المميزة لخمسة وعشرين مجموعة غيرها .

منذ ذلك الحين . ازداد باستمرار عدد الجزيئات المعروفة في الفضاء . فنشأ من جراء ذلك علم جديد . هو علم الكيمياء الفلكية . كما أصبح قائماً على اساس علمي التفكير في أن يكون التطور العضوي قد حصل . لا في أرضنا . بل في مكان آخر من الفضاء .

قياسات شيليبي للمجموعات الكروية عام ١٩١٨ ، التي سرعان ما أدت الى فهم جديد للمجرة . كما أدت في الوقت نفسه الى اثاره



الشمس المتقدة : يمتد الشواظ الشمسي مسافة
٤٠٠٠٠٠ كلم (٢٥٠٠٠٠ ميل) في الفضاء .

مليون سنة ضوئية . وهي مسافة تحتوي على
مليوني نظام خارج مجرتنا . وان سرعة الانحسار
عند هذه الحدود تبلغ ٣٠٠٠ كلم في الثانية . لكن
النتائج التي نشرت عام ١٩٧٥ ، والتي تم
الحصول عليها بواسطة المرقب الانجلو استرالي
الجديد في سايدنغ سبرنغ نيوسوث ويلز في

دويلر . أن سرعة الانحسار تزداد خطياً مع
المسافة . وبذلك وضع الاساس الاختباري للاعتقاد
بتمدد الكون تمّدداً واسع النطاق .
نشر هبل هذه الملاحظات وهو يعتقد أنه
أصبح بالامكان . بفضل حساسية مرقب جبل
ولسن . التوغّل داخل الفضاء الى مسافة ١٤٠

استراليا . جاءت تشير الى أنظمة هي أكثر شحوباً بخمسة أقدار على الأقل من أجرام هبل الأكثر شحوباً . يقدر اليوم عدد الاجسام التي تمكن مراقبتها خارج مجرتنا بـ ١٠٠ مليون .

رأى هبل أن السدم الموجودة خارج درب التبانة كانت في الأصل نوعين ، نوع المجرات الكروية والاهليلجية ذات البنية الضعيفة أو العديمة البنية . وهي تشمل حوالى خمس السدم التي قاسها ، أما البقية التي تشكل النوع الثاني . فقد صنفها . باستثناء نسبة مئوية ضئيلة من السدم غير المنتظمة . كمجرات لولبية . معتقداً أن ثمة تطوراً من الشكل الاهليلجي الى الشكل اللولبي . لكن الشكوك حول هذا التعاقب التطوري نشأت عندما أخذ يتبين أن النجوم في المجرات الاهليلجية قديمة في أكثريتها . بينما تقع النجوم الحديثة في أذرع المجرات اللولبية .

ثم جاءت الاكتشافات . التي تمت بواسطة المراقب الراديوية منذ عام ١٩٥٠ . فقضت نهائياً على الاعتقاد بأي تعاقب واضح منظم من هذا النوع .

بدأ هذا العهد الجديد المربك عام ١٩٥١ . عندما تمت المقابلة العلمية بين مصدر اشعاعي قوي لوحظ في كوكبة الدجاجة وبين صورة فوتوغرافية غريبة المنظر أخذت بواسطة مرقب جبل بالومار (٥٠٨ سم) . فقد أشارت قياسات زيجان الخط الأحمر على هذا الشيء الباهت

الى أن بعده يبلغ ٧٠٠ مليون سنة ضوئية . كما أن الطبيعة المزدوجة للصورة أوحى بوجود مجرتين متصادمتين . لكن مع الاكتشاف السريع للمزيد من أجسام من هذا النوع . عرفت فيما بعد أنها مجرات اشعاعية . وبعد التحقق من الكميات الهائلة من الطاقة التي تقتضيها . ما لبث العلماء ان تخلّوا عن فكرة التصادم . فالكثير من المجرات الاشعاعية بدت مكونة من مركزين قويين للث . يعلنان الصورة البصرية متراكبة . مما من شأنه ان يوحي بأن أحداثاً ممزقة عنيفة قد حصلت في نواة المجرة . ساعدت قوة الاشارات الاشعاعية الصادرة عن هذه المجرات الاشعاعية على تعيين هوية عدد متزايد من الاجرام البعيدة . وفي عام ١٩٥٩ . دخل البحث الفلكي مرحلة مهمة . وذلك عندما تم . اشعاعياً وبصرياً . تعيين هوية مجرة في كوكبة العواء .

أدت محاولة العثور على أجرام يفوق بعدها هذه المسافة الى اكتشاف مذهل . فبعض الأجرام التي كان يعتقد . نظراً لخصائصها الاشعاعية . أنها تفوق هذه المسافات بعداً . ظهرت عام ١٩٦٠ أنها تتطابق مع صور فوتوغرافية ذات مظهر شبه نجمي .

نحن لم نفهم بعد كيف تولّد الكازارات انتاجها الضخم من الطاقة . لاسيما وان الطاقة في كثير منها تبدو منبعثة من أجسام في الفضاء غاية في الصغر بالمقاييس الفلكية . كذلك لا

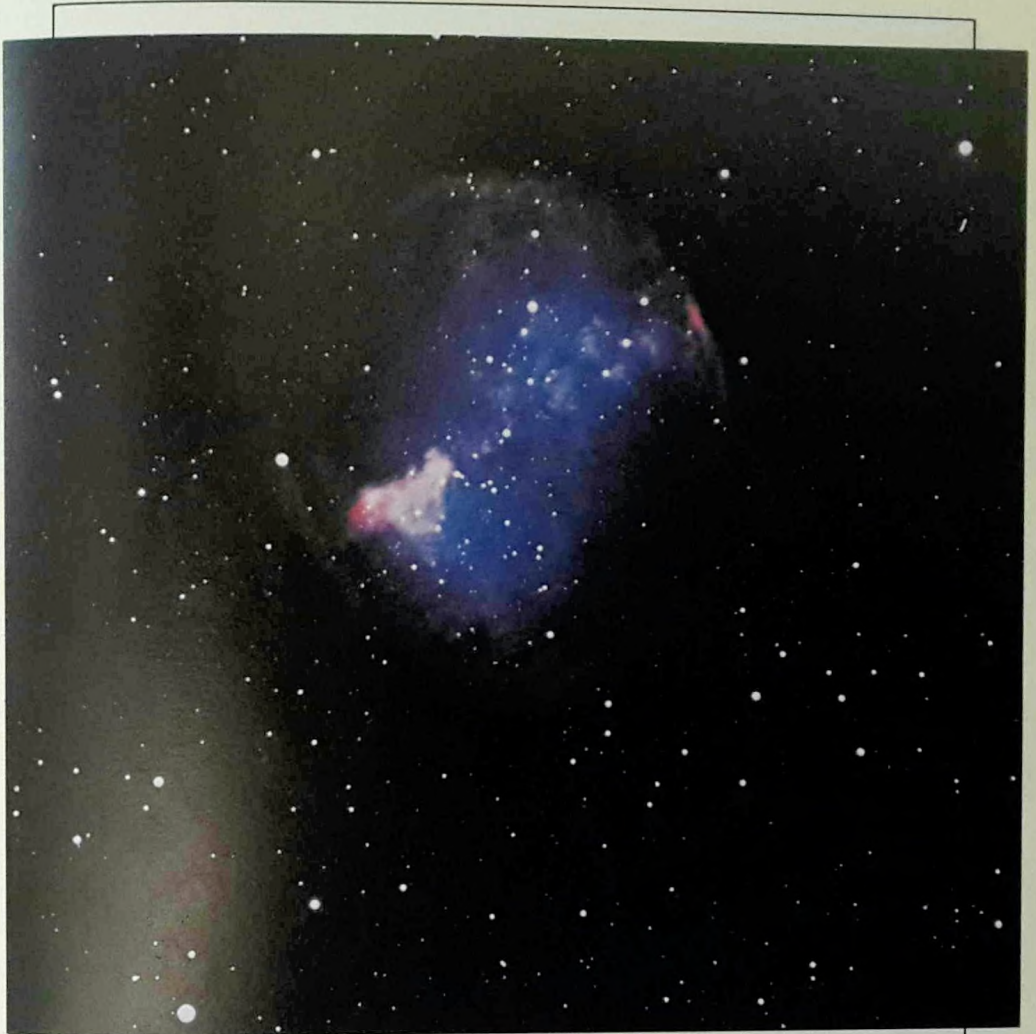


Digitized by Ahmed Barod

زحل - ثاني السيارت الكبرى ، وهو خفيف الى درجة أن بإمكانه
أن يطفو على سطح أوقيانوس أرضي .

جداً . اذا صح ذلك ، تصبح امكانية دراسة الكازارات (بالعودة الى زمان يربو على ثلاثة أرباع الزمن الذي مضى منذ بدء التمدد) عاملاً باعثاً للأمل في أن بداية تاريخ الكون ستكشف لنا . بالواقع أدت المحاولات لتفسير هذه المعطيات ضمن اطار كوني الى جدال عنيف ، لاسيما بين أنصار تطور الكون وأنصار بقاءه على حاله . غير أن دليلاً واضحاً ، وقد يكون حاسماً ، جاء بصورة غير منتظرة من مصدر آخر . ففي عام ١٩٦٥ ، فيما كان العلماء

يزال الجدل مستمراً حول مشكلة انهيار الجاذبية ووجود مادة مفرطة الكثافة في نوى الكازارات . لكن مهما يكن من أمر ، فما يلفت النظر اليوم هو أن المجرات الاشعاعية والكازارات ، التي كانت فوق تصور الخيال عندما أثبت هبل وجود أجرام خارج المجرة . قد اصبح لها دور بالغ الأهمية في محاولتنا لفهم الكون على حقيقته . يبدو أن معدل تمدد الكون الذي تمت ملاحظته يستوجب ان تكون المادة الأولية قبل ١٠٠٠٠ مليون سنة قد وجدت في حالة متكثفة



نسق السماء : سديم دميل في كوكبة الثعلب مأخوذ بواسطة تلسكوب
جبل بالومار الذي قطره ٥٠,٨ سم (٢٠٠ انش)

من الفضاء تفوق مائة ضعف مستوى الصوت الذي
كانوا يتوقعونه . وأن هذه الاشارات متماثلة من
جميع أنحاء الفضاء . ثم جاءت تجارب أخرى
عدة . أجريت بواسطة المراقب الراديوية

في مختبرات شركة بل للهاتف في نيوجرزي
بالولايات المتحدة . ينجزون معدات مصممة
لروائز المواصلات الهاتفية . مستعملين المنطاد
التابع الامريكى . وجدوا أن الاشارات الواردة

والمعدات العاملة على ارتفاعات شاهقة . تثبت ادعائهم بأن تلك الاشارات هي اشعاع باق من حالة الكون البدائية الكثيفة الحارة التي كانت سائدة قبل ١٠٠٠٠ مليون سنة .

هكذا يبدو أن لدينا الآن ما ينبغي مباشرة عن حالة الكون بعد ثوان قليلة فقط من بدء تمدده . عندما كانت حرارة المادة البدائية تبلغ آلاف الملايين من الدرجات . وقد تضمنت نظرية النسبية لأينشتاين عام ١٩١٥ إمكان تطور الكون انطلاقاً من حالة بدائية كثيفة . غير أن الأدلة المعاصرة على هذه الحالة البدائية . وهي أدلة قائمة على الملاحظة . تثير مشكلة شائكة . فصعوبة حل المعادلات . القائمة على الافتراض أن الكون في الوقت صفر كان ذا أبعاد متناهية في الصغر وكثافة لا متناهية في الشدة . كانت كثيراً ما تفسر بأنها صعوبة رياضية ناشئة عن اعتبار الكون متماثلاً . لكن قياسات الاشعاع المتبقّي منذ القدم تدل الآن على أن الكون يتمتع حقيقة بدرجة مرتفعة من التماثل .

من الاسئلة الشائكة الأخرى التي تجابه علماء الفلك اليوم . هل سيتابع الكون تمدده الى ما لا نهاية له . أم أنه سينهار أخيراً على ذاته . عائداً مرة أخرى الى حالة من حالات التكتّف الشديد ؟ لا بد من اجراء اختبارات واضحة مبنية على الملاحظة للتمكن من الاجابة على هذا السؤال . يجب أن نعرف مثلاً هل . في

المسافات الشاسعة . تستمر العلاقة الخطية الصرف بين الزيجان الأحمر والمسافة أم تزول ؟ وهل كثافة الكون أكثر أو أقل من 2×10^{-29} غرام في السنتيمتر المكعب ؟ فإذا كانت أكثر . فقوى الجذب ستتغلب في النهاية على قوى التمدد وينهار الكون . ان هذه الانواع من القياسات مشحونة بالصعوبات التي لم يتم التغلب عليها حتى الآن . وتقناتنا الجاهزة لا تسمح لنا بعد بالحصول على الجواب النهائي على هذه الاسئلة .

يعود الفضل في تحقيق التقدم الهائل في معرفتنا للكون الى قدرتنا على دراسته على مدى واسع من الطيف . حصل أول تقدم كبير بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة . عندما ظهرت تقنيات علم الفلك الاشعاعي الحديثة . بعدئذ بدأ عهد جديد مع اطلاق سبوتنيك عام ١٩٥٧ . عندما أصبح بالامكان ارسال أدوات علمية الى الفضاء . مما جنّب المشكلات التي يثيرها الامتصاص في جو الأرض . أخيراً فتح الباب الآن على مصراعيه لدراسة الطيف بكامله . بما فيه الأشعة السينية وأشعة غمّا والموجات اللاسلكية الطويلة . بالرغم من كل ذلك . تبقى أماننا حقيقة واحدة لا مفر منها . وهي أن معرفتنا للكون في المستقبل ولجميع الاجزاء التي يتركب منها ستتغير باستمرار . كما تغيرت في الماضي على مرّ القرون الغابرة .

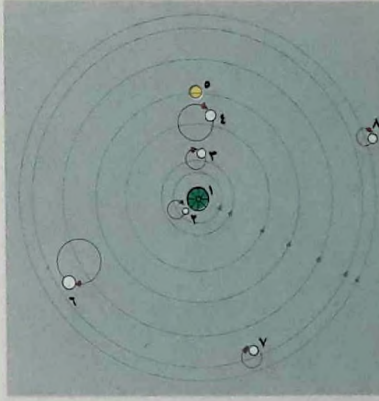
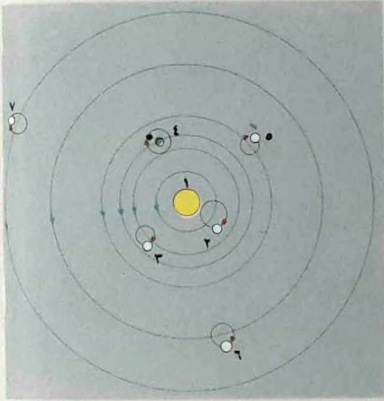
أفلاكهم لا تتحدأ

في مرحلة مبكرة . ان لكثير من الاجرام
السماوية حركاتها الخاصة عبر الفضاء .

الحركات في سمائنا

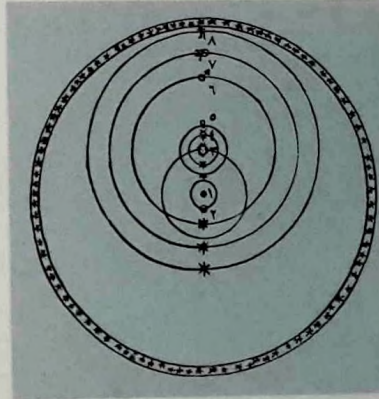
كان القمر يرى متنقلاً بسرعة ضمن
مساحة معينة مرصعة بالنجوم . كما كان
يرى للشمس أيضا حركة خاصة بها . فضلا
عن ذلك . كانت تحدث أحيانا ظاهرات
أخرى غريبة تلفت النظر وتثير الاهتمام

علم الفلك أقدم العلوم قاطبة . فمنذ بدء
التاريخ . افترض الناس - وقد دام هذا
الافتراض طويلا - ان الارض مسطحة ساكنة
في وسط الكون وان السماء بكليتها تدور
حولها مرة كل ٢٤ ساعة . غير أنهم لاحظوا .



(١) - في نظام بطليموس .
الارض (١) ساكنة في وسط
الكون ويدور حولها القمر
(٢) وعطارد (٣) والزهرة
(٤) والشمس (٥) والمريخ
(٦) والمشتري (٧) وزحل
(٨) . كل جرم من هذه
الأجرام يتحرك في فلك
تدوير صغير .

(٢) - يجعل نظام
كوبرنيكوس الشمس (١) في
وسط النظام الشمسي . فيدور
حولها عطارد (٢) والزهرة
(٣) والارض (٤) والمريخ
(٥) والمشتري (٦) وزحل
(٧) . نشر كتاب
كوبرنيكوس عام ١٥٤٣ .
ولاقت نظريته مقاومة عنيفة
من قبل الكنيسة . ودام
الاضطهاد الديني لها قرنا
كاملا . احتفظ كوبرنيكوس
بالأفلاك الدائرية وأفلاك
التدوير .



(٢) - كان تيكو براهي
يعتقد أن الارض (١) في
وسط النظام الشمسي . يدور
حولها القمر (١) والشمس
(٢) . وان السيارات عطارد
(٤) والزهرة (٥) والمريخ

بمثابة صلة وصل بين الماضي
والحاضر . فكان يعتقد ان
المجسمات الخمسة المنتظمة .
وهي المكعب (أ) والرباعي
السطوح (ب) وذو الاثني
عشر سطحا (ت) وذو
العشرين سطحا (ث) وذو
الثمانية سطوح (ج) . لها
مكانها داخل مدارات
السيارات المختلفة . اذ كان
يعتقد انه لا يوجد سوى
خمس من هذه المجسمات كما
لا يوجد سوى خمس فحات
بالضبط بين السيارات الستة
المعروفة في حينه . عطارد
والزهرة والارض والمريخ

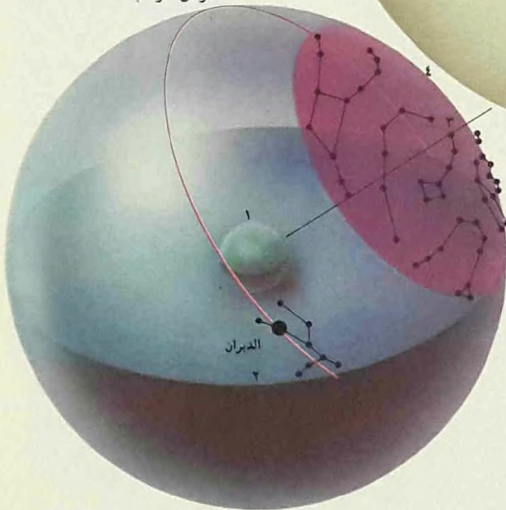
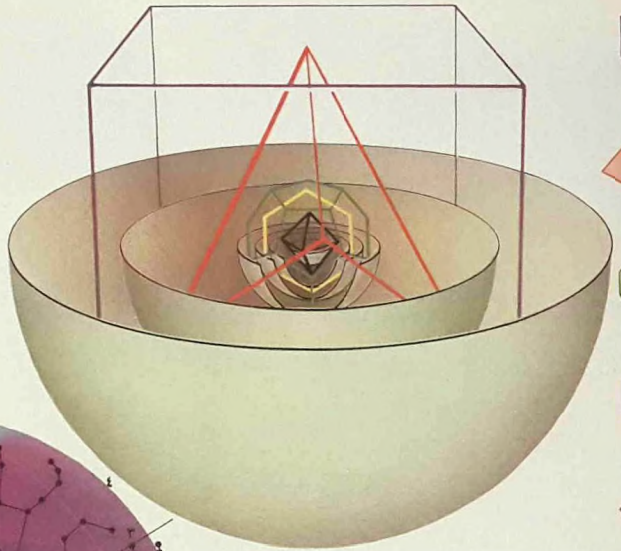
(٤) - تدل نظرية
« المجسمات الخمسة المنتظمة »
لكبلر ان أفكاره جاءت

من القدماء . ان السيارات الساطعة الخمسة - عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل - هي أجسام متحركة بالنسبة الى النجوم الثابتة . وانها بالتالي تختلف عنها جذريًا . وكانت السيارات تعتبر اكثر قربا من النجوم الى الأرض . وانها . كالشمس والقمر . تدور حولها في نطاق من الفضاء .

ثم جاء بطليموس (٩٠ - ١٦٨ م) وحسن النظام القديم . مفترضاً في نظامه الجديد

والتساؤل : ففي بعض الأحيان . كانت الشمس تختفي وراء كسوف . كما كان القمر يغمره أحيانا الظلام بشكل غريب وهو في أوج سطوعه . لم يكن معروفاً آنذ أن الكسوف يحدث عندما يمر القمر بين الشمس والأرض ملقياً ظله على الأرض . وان الخسوف يحدث عندما تكون الشمس والأرض والقمر في خط واحد فيدخل القمر في ظل الأرض . أدرك الاغريق . بعد البابليين وغيرهم

السماء الشمالي (٢) ، الذي يدل عليه نجم القطب بصورة تقريبية . ساكناً بالنسبة الى مراقب موجود في نصف الكرة الشمالي من الأرض . أما النجوم الموجودة في المنطقة البنفسجية (٤) والمرسومة بالنسبة الى مراقب على درجة ٥٠ من خط العرض الشمالي . فتظل باستمرار فوق الافق وتسمى النجوم المحيطة بالقطب . تتوقف المنطقة المحيطة بالقطب على خط عرض المراقب .



وزحل والمشتري . ان عمله الباهر . المبني على المراقبات التي قام بها براهمي . هو الذي أثبت أن الشمس لا الأرض هي مركز النظام الشمسي . كان كبير رياضياتي عبقرية وصوفيا فلكيا في أن واحد .

(٥) - يتصور علماء الفلك النجوم . كالديبران في برج الثور . كذلك يبدو قطب

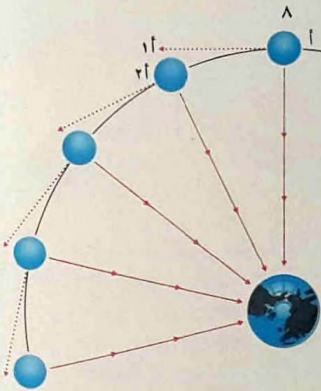
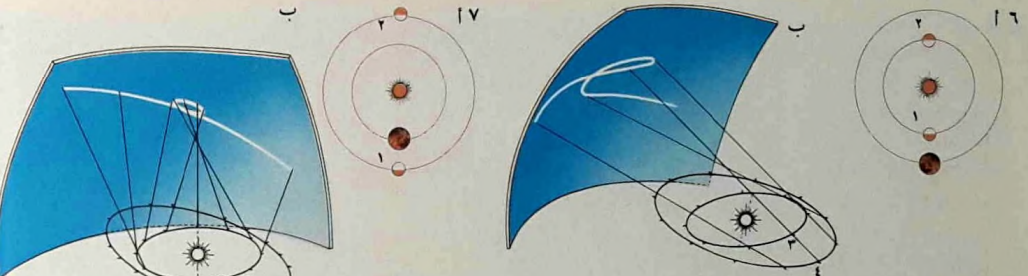
بنقل الأرض من موقعها المركزي ووضع الشمس مكانها (٢) .

تطلعات ثورية

كان من المحتوم أن يلاقي نظام كوبرنيكوس في البدء مقاومة عنيفة . ثم جاء الفلكي الدانمركي تيكو براهي (١٥٤٦ - ١٦٠١) ، وهو أكثر المراقبين الفلكيين دقة في عهد ما قبل المرقب . فقال

(١) أن جميع المدارات السماوية دائرية على أكمل وجه .

رأى بعض فلاسفة الاغريق القدامى . ولا سيما ارستارخس (٣١٠ - ٢٣٠ ق م) ، أن الأرض هي التي تدور حول الشمس . لكن نظرية مركزية الشمس هذه بقيت مرفوضة اجمالاً الى أن برز . في القرن السادس عشر . الكاهن البولندي كوبرنيكوس (١٤٧٣ - ١٥٤٣) ، فخطا خطوته الجبارة



هو تطبيق للقانون القائل ان أي جسم يظل في حالة سكون أو في حركة منتظمة على خط مستقيم . ما لم تؤثر عليه قوة من الخارج . ورد هذا القانون في « المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية » (١٦٨٧) لنيوتن .

(٩) - تتضمن الحركة الحقيقية لنجم في الفضاء ، الحركة الفعلية (١) ، عندما ينتقل من ١ الى ٢ في مدة معينة ، والحركة الشعاعية (ب) ، عندما ينتقل من ١ الى ٢ في حالة التراجع (حركة شعاعية موجية) ، أو من ٢ الى ١ في حالة الاقتراب (حركة شعاعية سالبة) ، والحركة الخاصة (ت) ، وهي التعبير

(٦) - للسايرين اللذين يقع مدارهما داخل مدار الأرض - وهما السياران الداخليان عطارد والزهرة - أوجه كأوجه القمر . ويظان في المنطقة من السماء التي تقع فيها الشمس (أ) - يكون السيار الداخلي في اقتران سفلي (١) ، عندما يدير وجهه المظلم نحو الأرض فيبدو هلالاً . وعندما يكون في الناحية البعيدة من الشمس (٢) ، يكون بداراً . الدورة

(٧) - مدارات السيارات العليا (أ) ، وهي وراء مدار الأرض . تصل الى نقاط المقابلة (١) والاقتران (٢) . لذلك تبدو الحركة الظاهرة (ب) لسيار أعلى (٤) بالنسبة الى الأرض (٣) حركة تراجعية الانحياز الى حين .

(٨) - يرى نيوتن ان القمر . لولا وجود الأرض كان ينتقل في فترة معينة من أ الى أ١ - لكن حركته الواقعية ناجمة عن جذب الأرض له من أ الى أ٢ - لا يزال القمر « بهوي » نحو الأرض . وهو مع ذلك لا يدنو منها . وهذا

المستعمل - للحركة المستعرضة (من ١ الى ٣) بالنسبة الى خلفية أبعد النجوم . تجمع (أ) بين (ب) و (ت) .

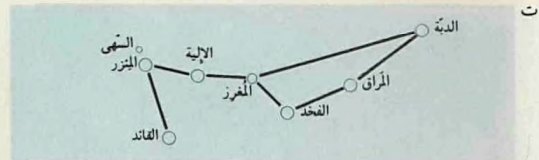
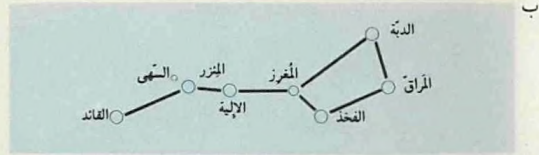
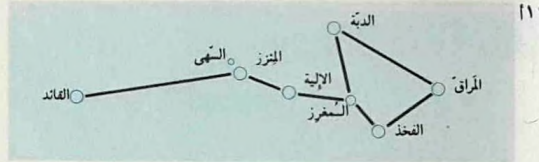
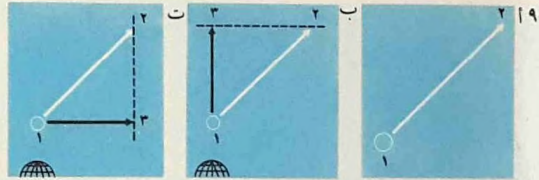
الثلاثة . باستعمال قوانين كبلر هذه . أصبح بالامكان رسم خريطة مدرّجة للنظام الشمسي . كما أصبح من الممكن أيضا . بعد تحديد مسافة واحدة تحديدا دقيقا . الحصول على جميع المسافات الاخرى بمجرد عمليات حسابية .

اكتملت الثورة في النظرة الى الكون على يد اسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) الذي توصل . في كتابه المعروف عادة باسم « المبادئ » (٥) والمنشور عام ١٦٨٧ ، الى وضع جميع الاسس التي عليها سيقوم العمل الفلكي في ما بعد .

مقياس الكون

لم يوضع مقياس الكون الا بعد ذلك بزمان طويل . أي عندما بدأ الفلكيون يقيسون مسافات النجوم . أول من قاس هذه المسافة كان فريدریش بيسل (١٧٨٤ - ١٨٤٦) الذي قاس عام ١٨٣٨ مسافة نجم قريب (في كوكبة الدجاجة) . فوجدها تبلغ حوالي ٩٦ مليون مليون كلم . مما يعني . والضوء يقطع هذه المسافة في مدة ١١ سنة . ان هذا النجم هو على بعد ١١ سنة ضوئية عن الأرض . أكثر النجوم هي أبعد من ذلك بكثير . لكن التقنيات الحديثة أصبحت تمكن علماء الفلك من قياس حركاتها الخاصة سنة بعد سنة . الاسم القديم « للنجوم الثابتة » غدا اسما مضللا . فجميع النجوم تتحرك بعضها بالنسبة الى بعضها الآخر بسرعات فائقة . تبين أيضا في عصرنا الحاضر ان مجرتنا ذاتها . واسمها درب التبانة . ليست سوى واحدة من عدد كبير من المجرات الاخرى التي تعدّ بالملايين .

بأن السيارات تدور حول الشمس . لكن الشمس والقمر يدوران حول الأرض (٢) . عندما توفي تيكو . انتقلت مراقباته لوضع النجوم وحركات السيارات الى حوزة آخر مساعديه . يوهانس كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) الذي جاء . بعد سنوات من العمل . بالفكرة القائلة بأن السيارات تدور حول الشمس . لا في دوائر . بل في أقطاع ناقصة . ثم نشر . بين عامي ١٦٠٩ و ١٦١٨ ، قوانينه الأساسية



(١٠) - تبدو الكوكبات للعين المجردة محتفظة بشكلها خلال آلاف السنين . لكن على مدى مدة طويلة . تأخذ الحركات الخاصة بالظهور . فالنجوم الرئيسية السبعة في الدب الاكبر . بما فيها النجم الزدوج . المزر . تظهر هنا كما كانت منذ ١٠٠ ٠٠٠ سنة (أ) . وكما هي اليوم (ب) . وكما ستكون بعد ١٠٠ ٠٠٠ سنة من الآن .

الأبعاد الفلكية

لتصور « مليون كيلومتر » محكوم عليها بالاختفاق . مع ان مليون كيلومتر مسافة قصيرة جدا في المقياس الكوني .

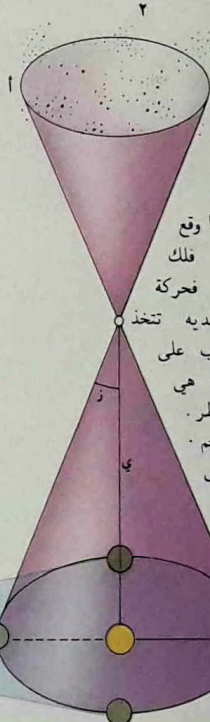
التقديرات المبكرة للمسافة

لم يكن للأقدمين فكرة دقيقة عن القياس (فقد ظن في يوم من الايام ان قطر الشمس لا يزيد عن ٧٠ سم) . لكنهم كانوا قادرين على قياس حجم الأرض ذاتها بدقة تثير

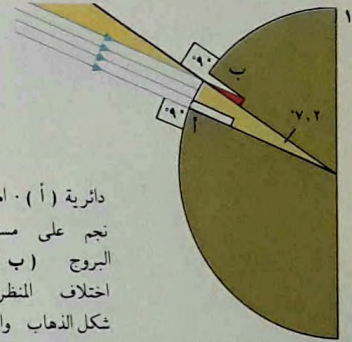
يكاد حجم الكون يفوق كل تصور . من السهل فهم المسافة بين لندن ونيويورك او بين نيويورك واستراليا . ولا يبدو القمر بعيدا الى حد المستحيل . لأن مسافته لا تتعدى عشرة اضعاف رحلة حول الارض . لكن كل محاولة



ب



دائرية (أ) . اما اذا وقع نجم على مستوي فلك البروج (ب) . فحركة اختلاف النظر لديه تتخذ شكل الذهاب والاياب على خط مستقيم . (ز) هي زاوية اختلاف النظر . ومنها يقاس بُعد النجم . الصعوبة بدون شك هي ان الزاوية (ز) تكون دائما صغيرة . نستطيع اليوم بفضل التصوير الشمسي الحديث وتقنيات اخرى ان « نرى » الى



(١) - قام ايراتوستينس بقياس محيط الأرض بعد ان لاحظ ان الشمس عندما تكون في السمت فوق اسوان (أ) تكون على بعد ٧,٢ من السمت فوق الاسكندرية (ب) . بما ان المسافة أ - ب كانت معروفة . وبما ان ٧,٢ هي ١ / ٥٠ من الدائرة . يكون المحيط أ ب $\times ٥٠$.

(٢) - اختلافات المنظر ممثلة في هذه الرسوم البيانية . تقاس اختلافات المنظر لمعرفة الحركات الظاهرة للنجوم القريبة نسبيا . النجوم الواقعة في اتجاه محور (ي) مدار الأرض تكون حركة اختلاف المنظر فيها . خلال . سنة .

مسافة لا تقل عن ٢٠٠ سنة ضوئية . لكن في مسافات اكبر . تتخطى تغيرات اختلاف المنظر في لجة من اخطاء المراقبة .

(٣) - تبدو النجوم في الدب

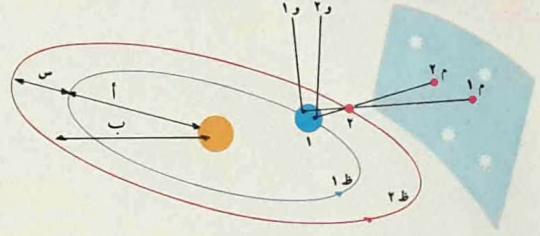
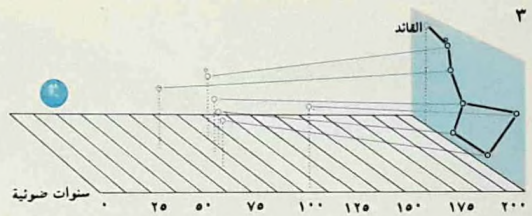
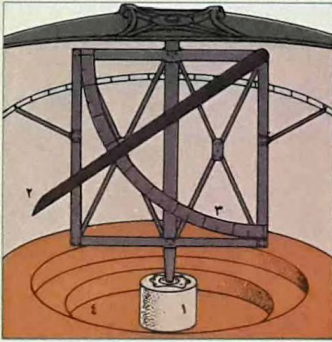
الاكبر لمراقب سطحي على مسافة واحدة من الأرض . اذ ليس من الممكن مشاهدة منظر « ثلاثي الأبعاد » على مثل هذه المسافة الشاسعة . في الواقع ليست النجوم في اية من الكوكبات مترابطة ضرورة .

تظهر في الرسم المسافات النسبية لسبعة نجوم رئيسية في الدب الأكبر . القائد (٣١٠ سنوات ضوئية) وهو ابعدا . ويأتي المئزر بالقرب منه في السماء . وهو لا يبعد عنا اكثر من ٨٨ سنة ضوئية .

بالمراقبة - مثلاً ٦٨٧ يوماً للمريخ وهكذا دواليك - فقد تم . نتيجة لذلك . وضع سلم كامل للنظام الشمسي . هكذا غدا من السهل . اذا عرفت المسافة بين الارض وأي سيار آخر (كالمريخ او الزهرة) . ان تحسب المسافة بين الأرض والشمس (٤) .

مبدأ اختلاف المنظر

قامت الطريقة البديهية لقياس المسافة بين



شرط ان يدخل في الحساب تباطؤ الأصداء في جو الأرض المتأين .

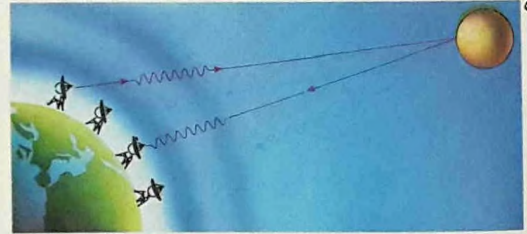
(٦) - كانت ذات الربع التي صنعها تيكوبراهي احدى الآلات المستعملة بين عامي ١٥٧٦ و ١٥٩٦ لقياس اوضاع

النجوم . كانت ذات الربع هذه مثبتة فوق عمود مركزي (١) وكانت لها مؤشرة (٢) ذات مصوبات تدور على دائرة معدنية مدرجة (٣) . وكان

الحوض (٤) يؤمن للمراقب مستويات مختلفة يحددها وضع المؤشرة . يقوم العمل الحديث على الأسس التي

وضعها تيكو .

العجب (١) : وما ان تخلى الفلكيون عن الفكرة القديمة القائلة بكون ارضي المركز . حتى اصبحت تقديرات المسافة اكثر واقعية . كان أساس اية طريقة لقياس هذه المسافة قانون كبلر الثالث الذي اقام علاقة معينة بين مدة دوران سيار وبين بعده عن الشمس . لما كانت معروفة مدة دوران الارض حول الشمس . وهي ٣٦٥,٢٥ يوماً . وكان من الممكن تحديد مدد دوران السيارات الأخرى



(٤) - يمكن حساب المسافة بين سيار وبين الارض (س) باستعمال التثليث الجسم . (أ) و (ب) هما المسافتان اللتان تفصلان الارض (١) والسيار (٢) عن الشمس . (م') و (م) هما وضعا النجم الظاهران كما يريان من (و') و (و) على الأرض . نسبة الزاويتين في

بواسطة حساب المثلثات ، حساب ارتفاع المثلث الحاصل بهذه الطريقة . اي مسافة الجرم السماوي .

اقترح ادموند هالي (١٦٥٦ - ١٧٤٢) استخدام عبورات الزهرة - وهي مناسبات نادرة تمر فيها الزهرة امام الشمس كما ترى من الأرض وتبدو كنقطة سوداء امام قرص الشمس - لتحديد البعد المطلق لهذا السيار . ولم تنجح محاولات عامي ١٧٦١ و ١٧٦٩ .

الأرض وأحد السيارات على ظاهرة اختلاف المنظر (٢) . وهي طريقة ما يزال يستعملها المساحون . فاذا ما نظر مراقب الى جسم غير بعيد تحيط به من وراء خلفية أجسام ابعد منه . يبدو وضع هذا الجسم يتغير حسب تغير وضع المراقب . فاذا اخذنا نقطتي مراقبة مختلفتين . وكانت المسافة بينهما معروفة . وقيست الزاوية التي يشكلها الجسم مع كل من خطي المراقبة . يستطيع العالم الفلكي .

(٧) - يمثل الرسم مفلكا . وهو آلة تدل على حركة السيارات حول الشمس . في المفلك الطاهر هنا الشمس ممثلة بكرة من الشفر واقفة في الوسط . حولها القمض . تدور السيارات حول الشمس ويدور القمر حول الأرض . هناك مفلكات حديثة تدار بواسطة آلية ساعة . وفي بعضها تظهر ايضا السيارات التي هي ابعد من الأرض والسيارات التي اكتشفت بعد صنع هذا النموذج .



(٨) - كان للاسطرلاب القديمة (أ) مؤشرات بسيطة ومقاييس مدرجة لقياس ارتفاعات النجوم واجرام اخرى في السماء . في الاسطرلاب الحديث (ب) . يقع الضوء على مؤشر (١) وعلى سطح من الزئبق . فيكون صورة مزدوجة على طول خط المسامحة (٢) . عندما يتحرك

تتحرك السيارات الفلائية الداخلية . وهي عطاردة والزهرة والأرض . يجعل جهاز التركيب السيارات تدور حول الشمس بمدد نسبة صحيحة .

تصحيح طول الوحدة الفلكية . فاصبح مقدارها
... ١٤٩٦٠٠ كلم .

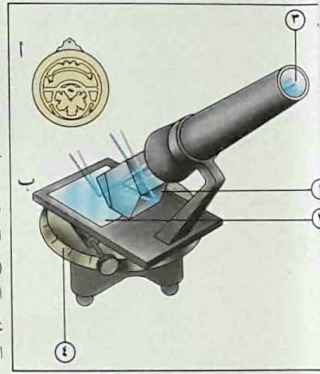
مشكلة وضع خريطة للنجوم

اثارت مسافات النجوم مشكلات مختلفة .
وهنا ايضا استعان العلماء بظاهرة اختلاف
المنظر . فاذا روقب نجم قريب بعد ستة اشهر
من مراقبة سابقة له . فانه يُبدي انحرافا في
موضعه بالنسبة للنجوم الخلفية . اذ تكون
الأرض . خلال هذه المدة قد انتقلت من ناحية
من مدارها الى الناحية الأخرى . معطية
خط قاعدة طوله ٣٠٠ مليون كلم .
تعطي الطرائق المعتمدة ظاهرة اختلاف
المنظر نتيجة مقبولة بشأن النجوم القريبة .
لكن عندما تتعدى الأبعاد بضع مئات من
السنين الضوئية . يغدو اختلاف المنظر من
الضالة بحيث يصح قياسه غير ممكن . فتنشأ
الحاجة الى استعمال طرائق اخرى تكون غير
مباشرة . كالطريقة التي تعتمد المقياس
الطيفي . فالمقياس الطيفي يعطي السطوع
الحقيقي الخاص بالنجم . ومقارنة هذا السطوع
الحقيقي بالسطوع الظاهر للعين من شأنه ان
يعطي المسافة . معروف الآن ان قطر مجرتنا
يبلغ حوالي ١٠٠ ٠٠٠ سنة ضوئية .

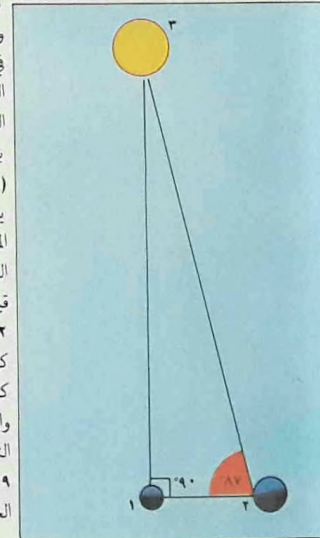
غير ان مجرتنا ليست الوحيدة من نوعها .
فالبقع الضبابية . المعروفة بالسدم . هي على
نوعين : منها ما يمكن ان تكون مؤلفة من
نجوم . ومنها ما هي غير ذلك . في عام
١٨٤٥ . اكتشف اللورد روس (١٨٠٠ -
١٨٦٧) . بواسطة مرقبه (١٨٢ سم) . ان
كثيرا من السدم النجمية لولبية . وقد ثبت
اليوم ان السدم اللولبية هي انظمة خارجية
تبعد ملايين السنين الضوئية .

تتضمن الطرائق الجديدة استعمال الرادار .
لأن بإمكان الرادار ان يبث نبضة من الطاقة
باتجاه جسم بعيد وان يستقبل منه صدى .
ولما كانت الموجات الاشعاعية تسير بسرعة
الضوء . وكانت هذه السرعة ثابتة . اصبحت
الفترة الواقعة بين البث ووصول الصدى تمكن
من حساب بُعد هذا الجسم . لحسن الحظ
كان من الممكن الاتصال بالزهرة بواسطة
الرادار (٥) . اذت الطريقة الجديدة الى

الجرم . تفصل الصورتان .
ويقاس هنا الانفصال بالمقياس
السمي الذي يعطي ارتفاع
الجرم السماوي المتحرك .



(٩) - يقال ان العالم
الفلكي الاغريقي ارستارخس
(القرن الثالث ق م) كان
اول من قال بنظرية للكون
شمسية المركز . توصل ايضا
الى قياس المسافتين النسيبتين
بين الارض وبين الشمس
والقمر . فعندما يكون القمر
في ربعه الاول (١) . تكون
الزاوية التي يشكلها مع
الشمس (٢) قريبة من ٩٠° .
بقياس الزاوية عند الارض
(١) . استطاع ارستارخس ان
يحدد . بواسطة المثلث .
المسافتين النسيبتين . وجد ان
الزاوية تساوي ٨٧° بدلا من
قيمتها الحقيقية التي هي
٨٩,٥٢° . لكن خطأ طفيفا
كهذا قد يؤدي الى اختلاف
كبير في نسبة مسافتى القمر
والشمس الى الارض . فهذه
النسبة كانت عند ارستارخس
١٩ الى ١ . بينما هي في
الحقيقة ٣٩٠ الى ١ .



المناظير والمراقب

للتحليل . اعترف مرة جورج ألربي هيل (١٨٦٨ - ١٩٣٨) . المسؤول الأول عن بناء المرقب العاكس في جبل بالومار في الولايات المتحدة الذي قطره ٥٠٨ سم والذي بقي لعدة سنوات أقوى مرقب في العالم . ان مطلبه كان دائما : « المزيد من الضوء ! » . هذا يظل صحيحا اليوم . اذ ما يزال علماء الفلك العصريون يتحرون بشغف عن اجرام باهتة جدا وواقعة على مسافات شاسعة عن الأرض .

المرقب . او التلسكوب . هو أداة البحث الأساسية في علم الفلك . بدونها تكون معرفتنا محدودة للغاية . اذ ان الأدوات الأخرى - كالتي تتركز على مبدأ الطيف - تحتاج هي ايضا الى المرقب ليجمع لها الضوء المعد



ب



١٩



ت

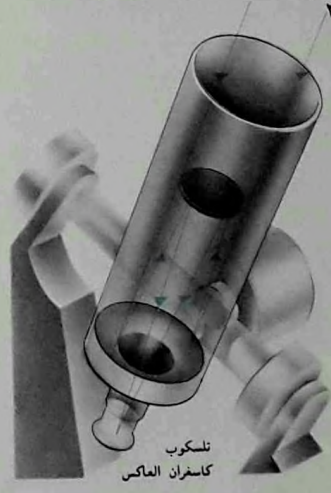
(١) - عندما يمر الضوء الأبيض الذي يحتوي على جميع أطوال موجات الطيف المنظور . من خلال منشور . يتشعب (أ) . فتتشتت الألوان بطريقة غير متساوية في داخل الطيف . مندرجة من أطول الموجات (الحمراء) الى



تلسكوب
نيوتن العاكس



تلسكوب
هرشل العاكس

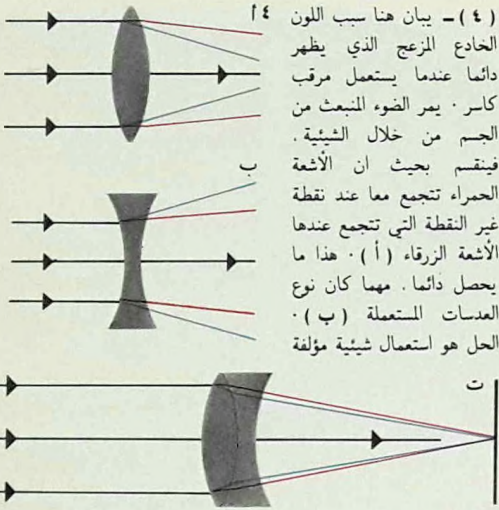


تلسكوب
كاسفران العاكس

كيف تعمل المراقب الكاسرة

المراقب على نوعين رئيسيين : الكاسرة والعاكسة (٨) لكل نوع حسناته الخاصة . ول سوء الحظ سيئاته الخاصة ايضا . ظهرت الكاسرات في العقد الاول من القرن السابع عشر . وكانت الاولى التي استعملها الرواد من امثال غاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) في الكاسر . ينتقل الضوء من الجرم . موضوع الدراسة . ويمر من خلال عدسة في الكاسر ذات شكل

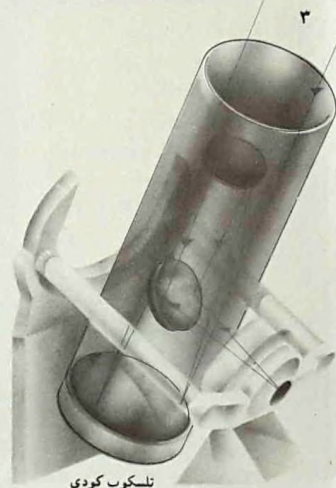
معين تعرف باسم العدسة الشيئية او الشيئية . فتنتقل اشعة الضوء الى البؤرة . ثم تكبر عدسة ثانية فيه تعرف بالعينية الصورة الحاصلة . كلما كانت الشيئية اضعف . كانت مقدرة المرقب على التقاط الضوء اكبر . على هذا . تكون قوة كاسر ذي ١٥,٢ سم مساوية لضعفي قوة كاسر اصغر ذي ٧,٦ سم . لجميع المراقب الكاسرة علة مشتركة : انها تحدث لونا خادعا . وهذا يعود الى طبيعة



(٤) - بيان هنا سبب اللون الخادع المزجج الذي يظهر دائما عندما يستعمل مرقب كاسر . يمر الضوء المنبعث من الجسم من خلال الشيئية . فينقسم بحيث ان الاشعة الحمراء تتجمع معا عند نقطة غير النقطة التي تتجمع عندها الاشعة الزرقاء (ا) . هذا ما يحصل دائما . مهما كان نوع العدسات المستعملة (ب) . الحل هو استعمال شيئية مؤلفة

(٢) - المراقب العاكسة على أنواع . في نموذج نيوتن . تجمع الضوء مرآة ذات قطع مكافئ . ترسله الى مرآة مسطحة على زاوية قدرها ٤٥ . تعكس بدورها الضوء الى ناحية الأنبوب حيث تظهر الصورة وتكبير . لتجنب ضياع اي مقدار من الضوء تسببه المرآة المسطحة . أمال هرشل المرآة الرئيسية واستغنى بذلك عن المرآة المسطحة . مع ذلك ظل هذا التصميم غير مرض . في نموذج كاسغران .

(٢) - هنالك نموذج للعاكس احدث من النماذج السابقة . هو مرقب كودلي الذي يحتوي على مرآة ثانوية ومرآة اضافية تدور على المحور القطبي للمرقب . لما كانت الاشعة الضوئية تنعكس في اتجاه ثابت . تأتي الصورة الحاصلة ثابتة . ولا يحتاج المراقب الى التنقل عندما يدور المرقب . الفائدة الكبرى من ذلك هي عدم الاضطراب الى تحريك التجهيزات الثقيلة والدقيقة بعد تركيبها . اكثر العاكسات الحديثة تعتمد بؤرة كودلي . مما يجعلها صالحة لأغراض مختلفة . في بعض المراقب . يمكن الانتقال الى نظام كودلي بسرعة كبيرة . كما يمكن استعماله ايضا في المراقب الكاسرة .



تلسكوب كودلي

(٥) - يمكن وضع قفص المراقبة في داخل الأنبوب ذاته في مرقب بضخافة عاكس هيل . هذا يعني انه يصبح بالامكان اخذ صور فوتوغرافية في البؤرة الاولى . والاستغناء بذلك عن مرآة ثانوية . وهو امر مهم . لأن كل انعكاس في مرآة يرافقه ضرورة انخفاض في الضوء . لا أهمية لكمية الضوء التي يحتجزها قفص المراقبة . ما دامت تعوض بالقوائد التي يؤمنها القفص .



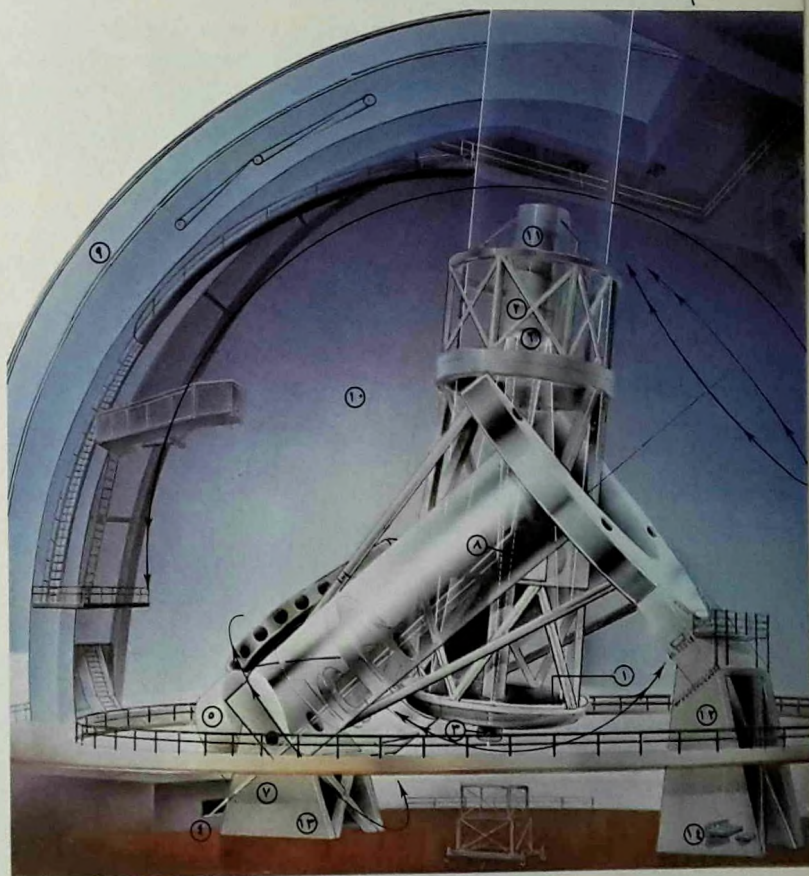
مثلا . تظهر في الكاسر مقترنة بلون خادع .
يبدو جميلا لعين المشاهد المتأمل . لكنه مزعج
لعالم الفلك .

المراقب العاكسة

المرقب العاكس . الذي كان نيوتن
(١٦٤٢ - ١٧٢٧) اول من صنع نموذجا منه
صالحا للاستعمال . يعمل وفقا لمبدأ مختلف
كل الاختلاف . ففي نموذج نيوتن (٢) .

الضوء ذاته . الذي هو مزيج من جميع ألوان
الطيف (١) . فعندما يمر شعاع الضوء من
خلال الشبيبة . ينكسر لكي ينتقل الى
البؤرة . لكن الموجات الطويلة تنكسر بحدّة
اقل من حدّة انكسار الموجات القصيرة .
فتكون . مثلا . زاوية انكسار الأشعة الحمراء
اوسع من زاوية انكسار الأشعة الزرقاء . فتقع
بالتالي على موضع آخر من البؤرة . وهكذا
تكون النتيجة ان الأجرام الساطعة . كالنجوم

٦



(٦) - كان عاكس هيل
(٥٠٨ سم) اكبر مرقب في
العالم لسنوات عديدة . ولم
يكن ما يجاريه في التقاط
الضوء . تظهر في الرسم . المرآة
الاولى (١) . قفص المراقب
(٢) . بؤرة كاسفران (٣) .
بؤرة كودي (٤) . الطرف
الجنوبي للمحور القطبي
(٥) . مرآة كاسفران وكودي
الثانويتان (٦) . طريق
الارتفاع اليمنى (٧) . محور
الميل (٨) . غطاء القبة
المتحرك مع فتحة قطرها ٩
امتر (٩) . القبة وقطرها
٤٢ م (١٠) . البؤرة الاولى
وقطرها ١٦.٥ (١١) . الدعامة
الشمالية (١٢) . الدعامة
الجنوبية (١٣) . لوحة

بما ان المرآة تعكس جميع الألوان بالتساوي . فلا يظهر في هذا النموذج زيف لوني . مع ان كمية ما من اللون الخادع قد تظهر في العينية . المرايا الحديثة مصنوعة من الخزف ومطلية بمادة رقيقة ذات انعكاس مرتفع كالألومينيوم والفضة .

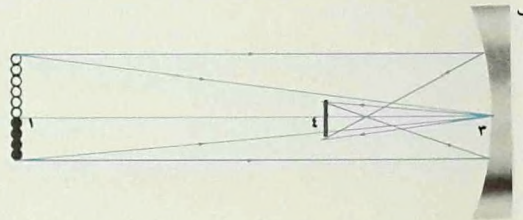
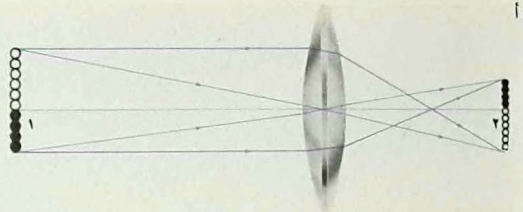
ليس المرقب النيوتني هو الوحيد من نوعه . ففي نموذج كاسغران والنموذج الغريغوري (٢) تكون المرآة الثانية مقوسة ايضا . والضوء ينعكس من خلال ثقب في المرآة الرئيسية . اما في نموذج هرشل . فالمرآة الرئيسية منحنية . ولا وجود اطلاقا للمرآة الثانية . لكن هذا النوع لا يخلو من الزيفان . وتعتبر الآن مراقب هرشل قد تخطاها الزمن .

الحسنة والسيئات

اذا كانت الفتحة متساوية . فالكاسر اكثر فعالية من العاكس . لكنه اكثر كلفة . لأن العدسات الكبيرة اصعب صنعا من المرايا الكبيرة . لهذا السبب ولأسباب اخرى . جاءت اضمخ المراقب في العالم عاكسة (٦) . اصغر فتحة تناسب الفلكي الهاوي هي على الأرجح التي قطرها ٧.٦ سم للكاسر و ١٥.٢ سم للعاكس .

قضية تثبيت المرقب مهمة للغاية . فإذا كان المرقب غير مثبت بإحكام . يكون بدون فائدة . من المرغوب فيه للغاية استخدام قاعدة استوائية يشد فيها المرقب الى محور مواز لمحور الأرض . كما من الضروري ايضا تجهيز المرقب بألية توجيه . لأن توجيه المرقب بإحكام يعوّض عن مساوئ دوران الأرض على ذاتها ويُبقي الجرم موضوع الدرس باستمرار في مجال الرؤية .

يهبط الضوء من خلال انبوب مفتوح حتى يصطدم بمرآة في طرفه . تكون مقوسة وبشكل مكافئ . فينعكس الضوء صعدا في الأنبوب على مرآة اخرى مسطحة موضوعة بزاوية ٤٥ . تعكس بدورها الضوء الى جانب الأنبوب حيث يجمع في بؤرة . ثم تكبّر الصورة بواسطة عينية . وجود المرآة المسطحة في الأنبوب يضعف الضوء قليلا . لكن الخسارة ليست ذات شأن .



القيادة (١٤) التي منها يمكن توجيه المرقب نحو اي جزء من السماء .

(٧) - احد المراقبين في مرصد بالومار يضع صحيفة في العاكس الذي قطره ٥٠.٨ سم . وقد استعملت هنا معه بؤرة كودي . الانتقال من جهاز بصري الى جهاز آخر يتطلب بعض الوقت . لكن العملية روتينية .

(٨) - في المرقب الكاسر (أ) . يمر الضوء المنطلق من الجسم (١) خلال العدسة ليشكل صورة (٢) . المسافة بين العدسة والنقطة البؤرية تعرف باسم البعد البؤري . اذا لم تستعمل عدسة اضافية . تأتي الصورة مقلوبة . في المرقب العاكس (ب) . يتجمع الضوء من الجسم (١) بواسطة مرآة مقعرة (٢) . ثم ينقل الى البؤرة حيث يشكل صورة (٤) .

المرصد الكبير

ذلك . لموقع المرصد أهمية بالغة .
نادرا ما تتم اليوم دراسة فلكية استنادا الى
النظر وحده . فكل الأبحاث المعاصرة تعتمد
التصوير الفوتوغرافي . واصبحت اكبر المراصد
العالمية تستعمل كالات تصوير جبارة .

مواقع المراصد وتجهيزاتها

التصوير الفوتوغرافي لجسم دقيق جدا .
كمجرة بعيدة . يقتضي زمان عرض قد

غالبا ما يعتقد ان المرصد الفلكي هو
مجرد قبة فيها مرقب . هذا ما يصح في بعض
مراصد الهواة . لكن المراصد المهنية متطورة
للغاية ومعقدة التجهيز . وتحتوي على
معدات من أنواع كثيرة مختلفة . فضلا عن



(٢) - اقيم مرصد ليك
بكليفورنيا بفضل هبة من
مؤسسة جيمس ليك عامي
١٨٧٤ - ١٨٧٥ . واصبح تحت
ادارة جامعة كليفورنيا عام
١٨٨٨ . الجهاز الاساسي فيه
هو مرقب عاكس قطره ٣٠٥
سم (يُرى هنا) . واصبح
جاهزا للعمل عام ١٩٥٩ . أكثر
اشكال تصميمه شيهة بتصميم
بالومار الذي قطره ٥٠٨ سم .

(٢) - المرقب الانجليزي
الاسترالي على جبل سايدنج
سيرنج في نيو سوث ويلز هو
عاكس يبلغ قطره ٣٨٩ سم .
ويمكنه استعمال اربعة انظمة
بصرية ، بؤرة اولية او
ب / ٨ / او ب / ١٥ / كاسفران
او ب / ٣٦ / كودي . تبلغ
كتلة المرقب الكلية ٣٣٦ طنا .
وتصميمه شبيه بتصميم مرقب
كيت بيك الذي قطره ٣٨١
سم .

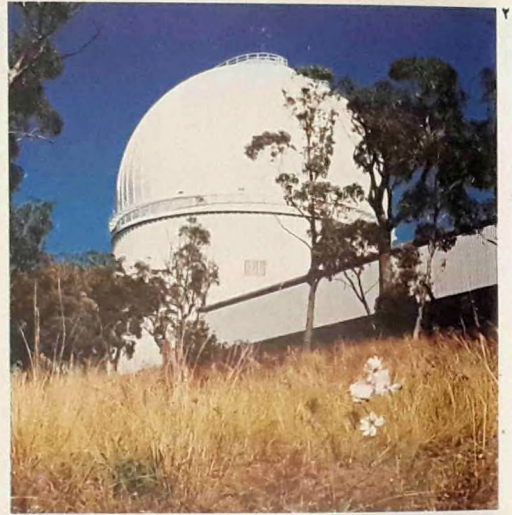
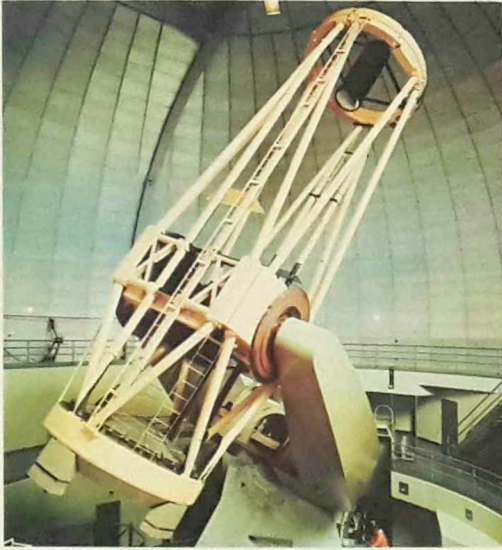
تحريك أكثر تعقيدا من آلية
السناد الاستوائي العادي . القبة
مصنوعة وفقا للنموذج
التقليدي . يستعمل هنا
المرقب . في الدرجة الاولى .
لدراسة الانظمة الشمسية
النائية . بالنظر لقدرته الهائلة
على تجميع الضوء . جرت
الاختبارات الاولى عليه عام
١٩٤٧ .

(١) - أضخم مرقب في العالم
هو المرقب العاكس الذي قطره
٦٠٠ سم والموجود في
زلنشوكايا في شمالي
القوقاز . أفضلته التقنية على
تلسكوب هبل . الذي قطره
٥٠٨ سم في جبل بالومار .
كبيره . غير أن ظروف المراقبة
في هذه المنطقة ليست بجودتها
في كليفورنيا . انه من صنع
روسي صرف . وله جهاز
لقياس الزوايا الفلكية وآلية

فوق الجبال العالية . بحيث ترتفع عن أكثف طبقات الجو . كل هذا يعني ان المرصد يجب ان يكون متمتعاً باكتفاء ذاتي . مع تسهيلات للمراقبين ومعامل ومختبرات للتصوير الفوتوغرافي وقاعات للمطالعة .

كانت المراصد ، التي بنيت خلال القسم الأخير من القرن التاسع عشر ، مجهزة بمراقب كاسرة كبيرة . للمرقب الكاسر الموجود في مرصد بيركز في الولايات المتحدة الحجم

يستغرق عدة ساعات . لذلك ربما كان الضوء الشارد شر عدو للعالم الفلكي . مع انتشار المدن اليوم وما ينتج عن ذلك من تلوث الضوء ، أصبح من الصعب ايجاد مواقع صالحة حقاً . تجمع في آن واحد بين الظلمة وبين نسبة مرتفعة من الليالي الصافية الخالية من الغيوم . بالإضافة الى ذلك ، جو الأرض متعرض دوماً للتعكير . كما انه يمتص الضوء . لذلك يستحسن وضع المراقب الكبرى



استعمله لويل في دراساته للمريخ من عام ١٨٩٥ حتى عام ١٩١٦ . ما تزال نوعية الأدوات البصرية الممتازة فيه على ما كانت عليه عندما كانت جديدة .

(٤) - أنشأ برسيغال لويل (١٨٥٥ - ١٩١٦) عام ١٨٩٥ مرصد لويل في فلاستاف بآريزونا لدراسة المريخ في الدرجة الأولى . عرف هذا المرصد بدراساته للكواكب السيارة خصوصاً . مع ان المزيد من التجهيزات . بما فيها عاكس كبير . قد اضيف اليه منذ عهد لويل . تظهر في الصورة قبة الكاسر الذي

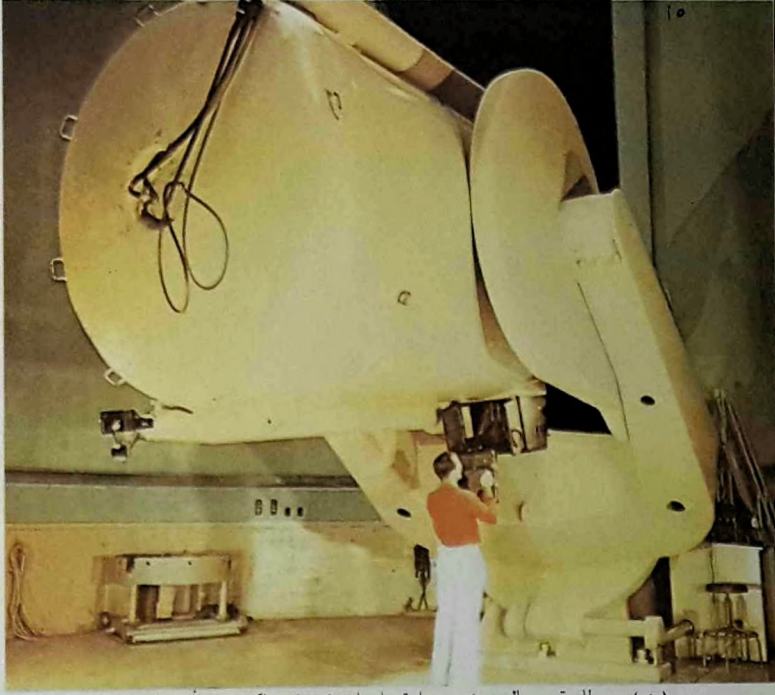
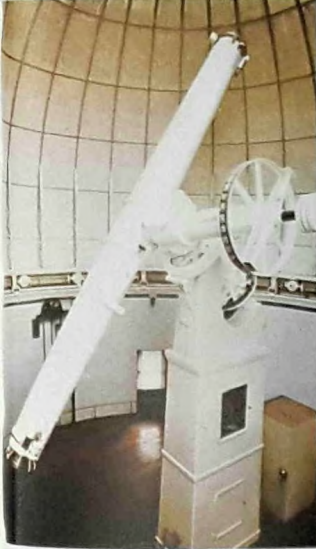


العاكس .

مراسد هيل

كان جورج هيل (١٨٦٨ - ١٩٢٨) أشهر مصمم للمراقب الجبارة . وقد وضع تصاميم عدة مراسد . واقنع اصحاب الملايين من اصدقائه بتمويلها . انشأ على جبل ويلسن في كليفورنيا اولاً مرقباً عاكساً قطره ١٥٢ سم . ثم واحداً آخر قطره ٢٥٤ سم . ظل هذا

الأكبر في العالم . اذ يبلغ قطره ١٠٢ سم . وليس من المحتمل ان يبنى كاسر يفوقه حجماً . لأن العدسة يجب ان تقف على حرفها . واذا تعدت حجماً معيناً (حوالي ١٠٢ سم) . تأخذ بالتشوه تحت وطأة ثقلها . العدسات الكبيرة معرضة ايضاً لزيغ لوني او كروي . من شأنه ان يعكّر صفاء الصورة . يمكن تلافي الزيغان بواسطة المرايا . لهذه الأسباب اكثر المراقب الحديثة هي من النوع



خلال الصفيحة (١) الى المراة (٢) ثم ينعكس على داخل صفيحة فوتوغرافية مقوّسة (٣) موجودة في الأنبوب . لمقرب شملت في بالومار (أ) صفيحة مصححة قطرها ١٢٠ سم .

بأنه قادر ان يلتقط في كل عرض مناطق واسعة من السماء . فهو يحتوي على مرآة كروية وصفيحة زجاجية مصححة في نهاية الأنبوب للتخفيف من التشويش البصري . يمر الضوء فيه من

دراسة اجرام فردية . لكنه يعني ان وضع خريطة للسماء بكاملها يتطلب وقتاً طويلاً . يتناز مرقب شملت (ب) . الذي صنعه عام ١٩٢٢ عالم البصريّات الاستوائي برنهارد شملت (١٨٧٩ - ١٩٣٥) .

(٥) - للمرقب الحديث قدرة هائلة على تجميع الضوء . خلافاً للمرقب التقليدي الذي لا يبال الا بقعة صغيرة من السماء في تعريض فوتوغرافي واحد . هذا الأمر ليس بذئ اهمية عند

مرقب شميت (٥) في جبل بالومار .
الذي قطره ١٢٢ سم . لا يستعمل الا للتصوير
الفوتوغرافي . وهو يحتوي مرآة كروية
وصفيحة مصححة معقدة . من حسناته انه
يستطيع تصوير مناطق واسعة من السماء في
تعريض واحد . بينما مجال المرقب الذي
قطره ٥٠٨ سم هو بطبيعته محدود جدا .

أضخم المراقب في العالم

لم يعد مرقب جبل بالومار . الذي قطره
٥٠٨ سم . أضخم مرقب بصري في العالم . بعد
ان صنع الروس في زلنوشكسكايا مرقبا عاكسا
قطره ٦٠٠ سم . هناك ايضا مراقب متنوعة
يتراوح قطرها بين ٢٥٤ و ٤٠٦ سم . اكبر
المراصد شيدت في النصف الجنوبي من الكرة
الأرضية . حيث السماء صافية . وحيث تيسر
مراقبة مجموعات أجرام أقصى الجنوب المهمة .
كغيوم مجلآن . فالمرصد الكبرى تكثر في
استراليا (٢) وأمريكا الجنوبية وخصوصا في
جنوبي افريقيا حيث جمعت المراقب الرئيسية
في الجمهورية في موقع واحد هو سوثرلند .
بمقاطعة الكاب . لأن شروط المراقبة الحسنة
متوفرة فيها بكثرة .

لبعض المراصد مهمات خاصة . ففي كيت
بيك بأريزونا مثلا زود المرصد بتجهيزات
متطورة لدراسة الشمس . بينما مرصد لويل
بأريزونا (٥) متخصص بدراسة الكواكب
السيارة . توضع في الوقت الحاضر تصاميم
لآلاف المراصد الجديدة . وأكثرها مصمّم . في
الدرجة الاولى . للتغلب على تأثيرات الجو
الأرضي الرديئة . هكذا جُهّزت عدة اقمار
اصطناعية بمراقب بلغت أوج عظمتها في
سكايلااب ونظيره السوفييتي سويوز .

الاخير . الذي اكتمل بناؤه عام ١٩١٨ . اكبر
تلسكوب في العالم لأكثر من ثلاثين سنة .
وكان ذا اسهام كبير في تقدم علم الفلك تقديما
أساسيا . ثم فاقه حجما عام ١٩٤٨ عاكس
جبل بالومار بكليفورنيا . الذي قطره ٥٠٨
سم . كان هيل ايضا العقل الموجه لبناء هذا
العاكس . لكنه توفي قبل انجازه . لا تزال
حتى الآن مراصد جبلي ويلسن وبالومار
تديرها ادارة واحدة تحت اسم مراصد هيل .



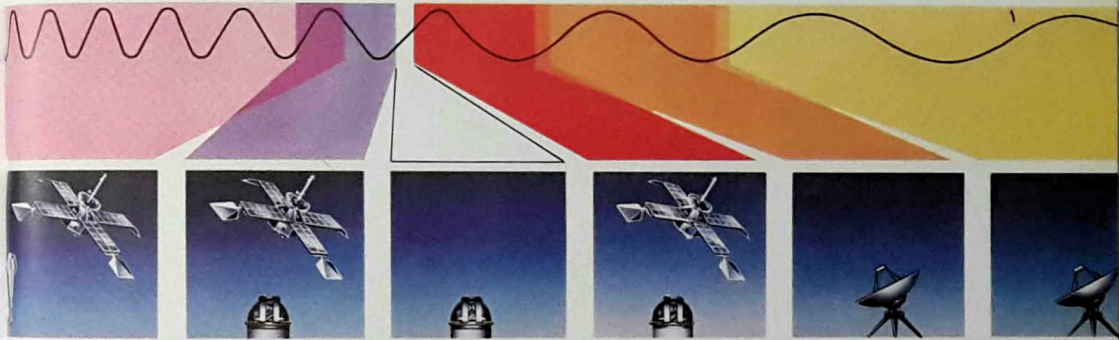
- (٦) - كان المرقب الموجود
في العاصمة واشنطن والذي
يبلغ قطره ٦٦ سم من أقدم
المراقب الكاسرة الكبيرة .
رُكّب عام ١٨٦٢ . وبه توصل
ألغان كلارك (١٨٢٢ -
١٨٩٧) . الذي شحذ العدسة
الشيئية . الى اكتشاف القمر
الأبيض رفيق سيربوس .
استعمله أصاف هول (١٨٢٩ -
١٩٠٧) لاكتشاف فوبوس
وديموس . قمري المريخ . عام
١٨٧٧ . تبينه الصورة
الفوتوغرافية كما هو عليه
- (٧) - المكان المدعو
فلامستيد هاوس في حديقة
غرينتش بلندن . الذي صممه
كريستوفر ورين (١٦٢٢ -
١٧٢٢) . هو موقع المرصد
الملكي القديم الذي انشئ عام
١٦٧٥ . نقلت الأجهزة الى
اسكس . والمرصد القديم أصبح
اليوم متحفا .

الفلك غير المنظور

اطوال الموجات الكامل أي الطيف الكهرطيسي .

يمكن اعتبار الضوء حركة تموجية . ولون الضوء نتيجة لطول الموجة . الوحدة العادية لطول الموجة هي الأنغستروم . (أ) الذي يساوي جزءاً واحداً من ألف مليون جزء من السنتيمتر . يتراوح الضوء المرئي بين ٤٠٠٠ أ للبنفسجي و ٧٢٠٠ أ للأحمر . فإذا وقع طول الموجة خارج هذين الحدين . لا يحدث الضوء

حتى العشرينات من هذا القرن كان علماء الفلك . في دراساتهم . يعتمدون كلياً على الضوء المرئي الآتي من الأجرام في الفضاء . كان ذلك عائقاً قوياً لهم . لأن الضوء المرئي لا يشكل الا قسماً ضئيلاً من مدى



أن هذا المرقب الاشعاعي هو مبدئياً غير قابل للتوجيه . فمن الممكن توجيهه الى حد ما بتحريك الهوائي اللاقط .

(٥) - سديم السرطان في كوكبة الثور هو حطام « المتجددة العظمى » المتوهجة التي شاهدها علماء الفلك الصينيون واليابانيون عام ١٠٥٤ . هذا السديم ليس هو اليوم سوى غيمة من الغاز المتفرد يقع فيها بلسار . هو البلسار الوحيد الذي تم التعرف اليه بطريقة بصرية حتى الآن . يقع السرطان

(١) - يبين الطيف الكهرطيسي النوافذ المحدودة التي منها تستطيع الاشعاعات أن تنفذ الى سطح الارض من الفضاء . فالكثير من أطول الموجات ينصد . وكذلك الكثير من أقصرها . لم يرسم الشكل حسب المقياس .

(٢) - يبعد سديم هبل المتغير في كوكبة وحيد القرن مسافة ٦٥٠٠ سنة ضوئية عن الأرض . وهو مرتبط بنجم متغير هو وحيد القرن . كذلك تتغير أيضاً اشعاعات ما تحت الأحمر المنبعثة منه .

(٤) - بني مرقب اريسيو في بورتوريكو في تجويف طبيعي يبلغ قطره ٣٠٠ م . مع

(٣) - المرقب المكافئ

الآتية من الفضاء كارل جانسكي (١٩٠٥ - ١٩٥٠) من الولايات المتحدة . وقد وقع ذلك صدفه عام ١٩٣١ . كان جانسكي . وهو مهندس راديو . يبحث عن طبيعة الشواش . ففجئ بالتقاط بثوث من الفضاء . فافتى أثرها . فقادته الى مجرة درب التبانة . ثم نشر بعض الدراسات . لكنه لم يتابع الموضوع حتى النهاية . لكن قبل الحرب العالمية الثانية . صنع أمريكي اسمه ج . ريبير مرقباً

أثراً في عيوننا . ما وراء الطرف البنفسجي للطيف المرئي . تأتي أشعة ما وراء البنفسجي والاشعة السينية وأخيراً أشعة غمّا النافذة والقصيرة جداً . وما وراء الطرف الأحمر . تأتي أشعة ما تحت الأحمر والموجات الدقيقة وأخيراً الموجات الاشعاعية التي قد يبلغ طول موجاتها عدة كيلومترات .

الموجات الاشعاعية الآتية من الفضاء
كان أول من اكتشف الموجات الاشعاعية



على مسافة ٦٠٠٠ سنة ضوئية .
مما يسمح بالقول ان انفجار
« المتجددة العظيم » الفعلي
يجب ان يكون قد حصل في
أزمنة ما قبل التاريخ .
السرطان هو مصدر للموجات
الرادوية . لكنه يبث ايضاً
اشعاعات لموجات من مختلف
الأطوال . بحيث أصبح أكثر
السدن نفعاً لعلماء الفلك .
بقدر ما نعلم . ليس من شيء
يجاريه في هذا المجال .
تمكن رؤيته في مرقب صغير
فيبدو رقعة باهتة سديمية
بالقرب من نجم زيتا الثور
ذي المرتبة الثالثة .

الشمس مصدر بثوث اشعاعية ، لكنه مصدر غير قوي اذا قيس بالمعايير الكونية . وهو يلفت نظرنا لقربه من الأرض ، وان المشتري هو أيضاً مصدر موجات اشعاعية . غير اننا عرفنا ما هو أهم من ذلك ، وهو أن أكثرية مصادر الاشعاع تقع بعيداً في الفضاء ما وراء النظام الشمسي .

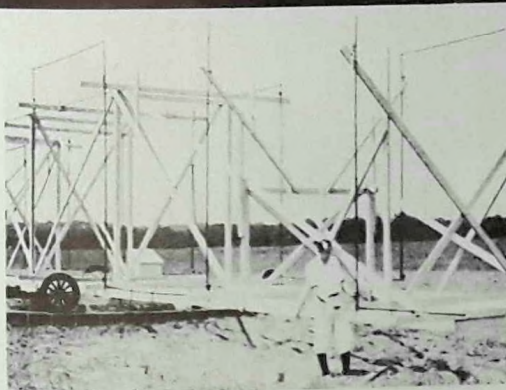
إشعاعات ما تحت الأحمر

وراء حدود الموجات الطويلة في المدى

اشعاعياً طبقي الشكل . فتمكن بواسطته من رسم أول خريطة اشعاعية لهذه المجرة . خلال الحرب . وجد فريق بريطاني . برئاسة ج . س هاي . أن جهاز الرادار لم تكن تشوشه بثوث من ألمانيا . كما كان يظن في بادئ الأمر . بل موجات اشعاعية آتية من الشمس . منذ ذلك الحين . صنعت عدة مراقب اشعاعية . ونشأ فرع جديد من فروع العلم مختص بالاشعاع . علمنا بفضل هذا العلم أن



٧ وغير مرتبط به) . لكنه لم يستمر سوى بضعة أشهر فقط خلال عام ١٩٧٥ .



(٧) - « ارتجل » كارل جانسكي هوأياً عام ١٩٣١ لدراسة الشواش بتكليف من شركة بل للهاتف . فاكشف أثناء دراسته موجات رادوية صادرة عن درب النّانة . مما أدى الى نشوء علم الفلك الاشعاعي الحديث .

(٦) - تمّ حتى الآن تحديد مواقع ما يقرب من ١٦٠ مصدراً للأشعة السينية الواقعة على طول مستوى المجرة الرئيسي . ويدل توزيعها على أنها تنتمي الى مجرتنا بالذات . كل سنة يكتشف المزيد من هذه المصادر . لكنها ليست جميعها ثابتة . فقد اكتشف قمر اربيل الاصطناعي البريطاني مصدراً مرتفع الطاقة في الثور (بالقرب من سديم السرطان

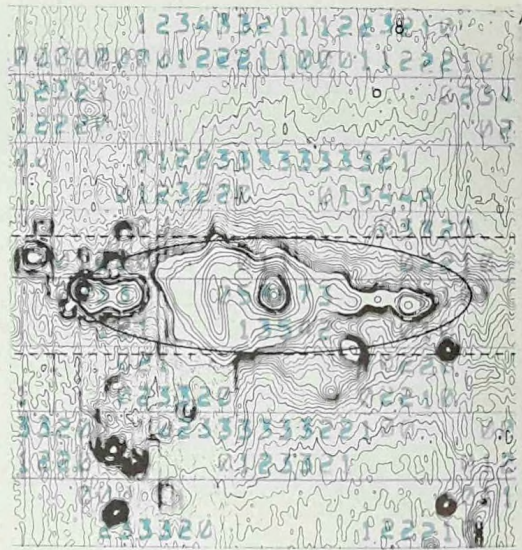
١٠٥٧ في كوكبة الدجاجة . كانت تبدو لنا
محاطة بغيوم من الغبار . فأظهر البحث أن
الغبار الذي يسخنه النجم الموجود في الغيمة
يطلق فرطاً من اشعاعات ما تحت الأحمر .
هناك أيضاً ظاهرات أو أجرام لا تكشفها سوى
تقنيات ما تحت الحمراء . كجرم بيكلن داخل
سديم الجبار (الجوزاء) . قد يكون هذا النجم
نجماً ذا قوة هائلة . ولربما كان ضياؤه يفوق
ضياء الشمس مليون مرة . لكنه لا يرى أبداً .
لأن الضبابية تحجبه تماماً ولا يمر من خلالها
سوى إشعاعات ما تحت الأحمر المتعثة منه .

أشعة ما فوق البنفسجي وأشعة غمّا والأشعة السينية

تقع اشعاعات ما فوق البنفسجي وأشعة
غمّا والاشعة السينية وراء حدود الموجات
القصيرة في المدى المرئي من الطيف
الكهرطيسي . بما ان الاشعاعات من هذا
النوع المرتفعة الطاقة (أي التي يكون طول
موجاتها أقل من ٢٩٠٠ أ) يمتصها الجو
الأعلى . أصبح لا بد . لدراستها . من استعمال
معدات تحملها صواريخ أو أقمار اصطناعية .
هناك عدة مصادر للأشعة السينية . لكن
معظمها واقع في داخل مجرتنا . مع ان
اشعاعات سينية تأتينا أيضاً من مصادر أبعد
منها .

أشعة غمّا أيضاً تحتاج دراستها الى معدات
يحملها صاروخ . أصبح لعلم أشعة غمّا . على
الرغم من حداثة عهده . امكانات كبيرة . لقد
أحدث علم « الفلك غير المنظور » ثورة علمية
وغدا الآن جزءاً راسخاً وأساسياً من البحوث
الفلكية .

المرئي . تمتد منطقة ما تحت الأحمر في
الطيف الكهرطيسي . أكثر إشعاعات ما تحت
الأحمر يمتصها الجو الأعلى وتدرس بواسطة
معدات تحملها أقمار اصطناعية . مع ذلك
هناك « فتحات » قليلة تنفذ منها بعض هذه
الاشعاعات الى جونا . فتصبح دراستها ممكنة
من الأرض . لقد زوّدتنا هذه الدراسات بكثير
من المعلومات حول تطور النجوم . مثلاً على
ذلك . هناك نجوم فنية جداً . مثل المتغيرة V



(٨) - هذه البقعة الاشعاعية
تبين أيضاً توزيع مراكز البث
الاشعاعي السيني بالقرب من
وسط المجرة . قوة البث
تفاوت فيما بين هذه
المراكز . وأقواها أقربها الى
الوسط .

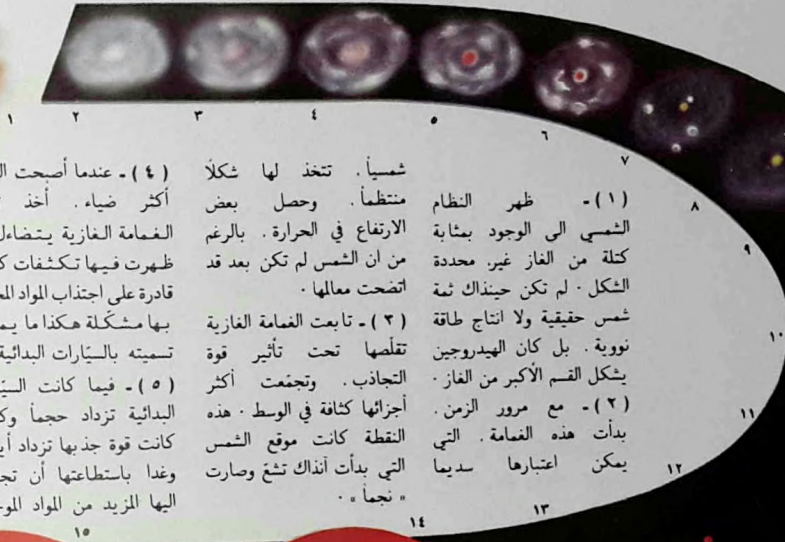
تطوّر نظامنا الشمسي

الآن . على الأقل . بعض الحقائق الملموسة .

فكر خاطئة ثبت بطلانها

أقلع العلماء أخيراً عن فكرة أرض مركزية تدور الشمس حولها . وذلك خلال ما سمي غالباً « بثورة كوبرنيكوس » . التي بدأت عام ١٥٤٣ بنشر كوبرنيكوس لكتابه « في دورانات الأجرام السماوية » والتي أتمها نهائياً عمل نيوتن في القسم الأخير من القرن التالي .

من المسائل التي حيرت البشرية . مسألة كيفية ظهور الأرض الى الوجود . لم تُعرض نظريات معقولة الا منذ وقت قريب نسبياً . وحتى اليوم ليس بالامكان التأكد من أن المشكلات الأساسية قد حُلّت . لكن لدينا



شمسياً . تتخذ لها شكلاً منتظماً . وحصل بعض الارتفاع في الحرارة . بالرغم من أن الشمس لم تكن بعد قد اتضحت معالمها .
(٢) - تابعت الغمامة الغازية تقلصها تحت تأثير قوة التجاذب . وتجمعت أكثر أجزائها كثافة في الوسط . هذه النقطة كانت موقع الشمس التي بدأت آنذاك تشع وصارت « نجماً » .
(٤) - عندما أصبحت الشمس أكثر ضياءً . أخذ تناسق الغمامة الغازية يتضائل . اذ ظهرت فيها تكثفات كانت قادرة على اجتذاب المواد المحيطة بها مشكلة هكذا ما يمكن تسميته بالسيارات البدائية .
(٥) - فيما كانت السيارات البدائية تزداد حجماً وكتلة . كانت قوة جاذبها تزداد أيضاً . وغدا باستطاعتها أن تجتذب اليها المزيد من المواد الموجودة

(١) - ظهر النظام الشمسي الى الوجود بمثابة كتلة من الغاز غير محددة الشكل . لم تكن حينذاك ثمة شمس حقيقية ولا انتاج طاقة نووية . بل كان الهيدروجين يشكل القسم الأكبر من الغاز .
(٢) - مع مرور الزمن . بدأت هذه الغمامة . التي يمكن اعتبارها سديما

أن هذا التقدير يصح أيضاً في السيارات الأخرى . كذلك لا بد من أن تكون الشمس من عمر السيارات على الأقل .

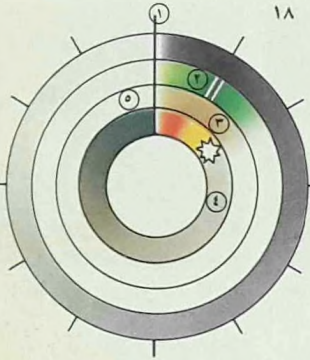
أول النظريات العلمية

أول محاولة جديّة لتفسير أصل النظام الشمسي بطريقة علمية قام بها عام ١٧٩٦ الرياضي الفرنسي بيار لابلان (١٧٤٩ - ١٨٢٧) . مع أن أفكاراً أخرى أقدم منها . وان

التقدير العصري يجعل عمر الأرض يتراوح بين ٤٥٠٠ و ٤٧٠٠ مليون سنة . يمكن التعويل على هذه الأرقام . بقدر ما تسمح لنا به معارفنا العصرية .

تم الحصول على برهان لاحق على عمر الأرض من تحليلات الصخور التي جاءت بها من القمر بعثات أبولو الأمريكية والمسابير الآلية السوفيتية . فأصبح معروفاً الآن أن القمر والأرض متجايلان تقريباً . ولا شك في

Digitized by Ahmed Barod



وسيدأ الهيليوم بالاحتراق . محدثاً ما يسمى بوميض الهيليوم . بعد تقلص وقتي . ستبلغ الشمس ضعف حجمها الحالي ٤٠٠ مرة .

(١٥) - ستؤدي أنواع مختلفة من التفاعلات داخل الشمس الى المزيد من الارتفاع في حرارة قلبها . أما نظام السيارات . فلا يبقى على الشكل الذي نعرفه اليوم . كما أن مؤونة الطاقة النووية تكون قد استنفدت تقريباً .

(١٦) - عندما تستنفد الطاقة النووية كلياً . تنهار الشمس بسرعة . وتصبح . حسب القياس الكوني قزماً أبيض كثيفاً في غاية الضعف . ستظل مضيفة . لأنها ستظل تتقلص بفعل الجاذبية .

(١٧) - المرحلة النهائية للشمس ستكون مرحلة قزم أسود خلو من كل نور وحرارة . وما يزال يحيط به ما تبقى من سياراته التي تكون قد ماتت . من الممكن أن تكون الأقزام السوداء منتشرة الآن في الكون . ولكن لا يمكن كشفها . لأنها لا تبث اشعاعاً .

الشمسي قد اتخذ شكله المعروف اليوم . شمساً مركزية مستقرة تحيط بها سياراتها .

(١١) - بعد ٥٠٠٠ سنة من الآن . من الممكن أن تكون الشمس قد استنفدت مؤونتها من الهيدروجين وتغيرت بنيتها . فيتقلص قلبها ويتمدد سطحها الى حد بعيد .

(١٢) - في المرحلة التالية لتطور الشمس . سيحدث تمدد فيها الى حد العملاقة الحمراء . مع زيادة ١٠٠ ضعف في الطول . ويزداد حجم كرتها مع الزيادة الاجمالية في انتاج الطاقة . وستحطم السيارات الداخلية بدون ريب .

(١٣) - ستبدأ الشمس . مع ارتفاع لاحق في حرارة قلبها . بإحراق هيليومها . مسببة بذلك ارتفاعاً سريعاً في الحرارة وزيادة في الحجم . سيصعب على الأرض الاستمرار في البقاء عند هذه المرحلة من التطور . إذ تكون الشمس قد تمددت الى خمسين ضعفاً .

(١٤) - منذ هذه الفترة . تصبح الشمس في أعلى درجة من عدم استقرارها . لها قلب مفرط الحرارة وجو متخلخل

في مناطق السديم المجاورة . (٦) - بينما كان السديم الشمسي يتابع تقلصه . كانت السيارات البدائية تمتص منه المزيد من المواد . كما كان الاشعاع الشمسي يقوى أكثر فأكثر .

(٧) - تابعت السيارات البدائية الرئيسية نموها محتذبة اليها المزيد من المواد القريبة منها بقوة جاذبيتها الخاصة . بحيث ان عدد السيارات البدائية راح يتناقص باستمرار .

(٨) - بينما كانت السيارات البدائية تزداد حجماً . متخذة لها شكلاً كروياً . أخذ شكل النظام الشمسي المألوف يتبلور . وأصبحت الشمس آنذاك تشع الطاقة بسبب التفاعلات النووية الحرارية الجارية فيها .

(٩) - خلال المدة الطويلة التي تكونت فيها السيارات . كانت الشمس قد أكملت تقلصها الاساسي وبدأت فترة استقرارها في سياقها الاساسي الذي سيدوم ١٠ مليارات سنة .

(١٠) - قبل ما يقرب من ٥٠٠ مليون سنة . كان النظام

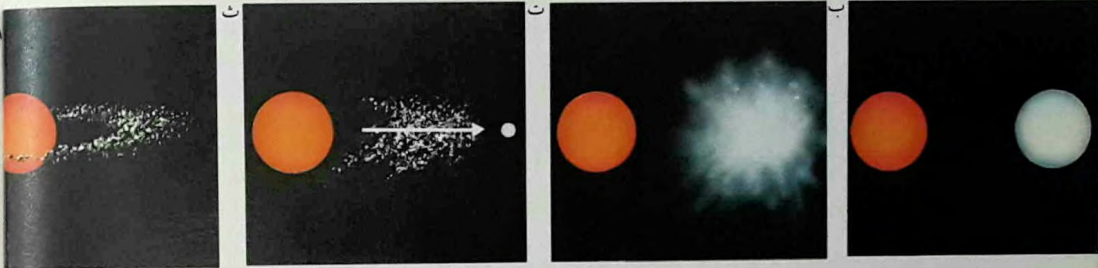
(١٨) - يمكن تمثيل المقياس الزمني للنظام الشمسي على ساعة كبيرة مقسمة الى ١٢ وقتاً . رسم عليها ابتداء من الدائرة الداخلية نحو الخارج مدى حياة الشمس والسيارات الداخلية والأرض والسيارات الخارجية على التوالي . عند الساعة الثانية عشرة (١) تكون النظام الشمسي . بعد ٤٠٠٠ مليون سنة . كانت الشروط على الأرض ملائمة لظهور الحياة (٢) . أخيراً يتلغ الشمس . كعملاق أحمر . السيارات الداخلية (٣) . ثم تنهار الى قزم أبيض (٤) . وتنتهي حياتها قزماً أسود (٥) .

حلقات مختلفة . تكثفت كل واحدة منها الى سيار .

لاقت النظرية السديمية قبولاً لسنوات عديدة . لكن عثر فيها بعد مدة على نقاط ضعف رياضية أساسية فعدل عنها . تبعها عدد من النظريات المستوحاة من فكرة المد والجزر . بما فيها الآراء التي اقترحها في أمريكا توماس تشمبرلين (١٨٤٣ - ١٩٢٨) وفورست مولتن (١٨٧٢ - ١٩٥٢) اللذان عادا

تكن أقل علمية . افترضها قبله توماس رايت (١٧١١ - ١٧٨٦) في إنجلترا وثمانويل كنط (١٧٢٤ - ١٨٠٤) في ألمانيا . حسب نظرية لا بلاس السديمية (٢٢) . التي جاءت تفصيلاً لفكرة كان رينه ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) قد اقترحها عام ١٦٤٤ . تكونت السيارات من غيمة غازية كانت تدور على محورها ، ثم تقلصت هذه الغيمة تحت تأثير الجاذبية ، وبينما كانت تتقلص ، أخذت تفرز

١٩



اللسان السجاري الشكل .

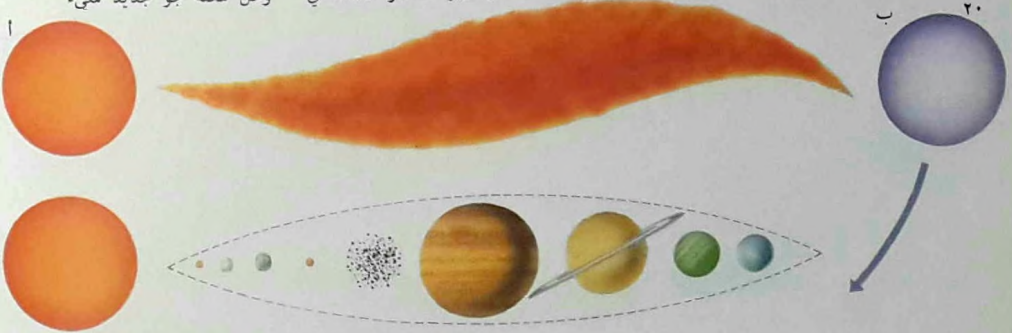
(٢١) - بدأت حياة الأرض من مواد السديم الشمسي (أ) الذي لم يكن له في البدء شكل منتظم . عندما بلغت الأرض حجمها الحالي (ب) . كان الجو الهيدروجيني الأصلي قد زال وحل محله جو جديد مليء

بنظرية المد والجزر التي اقترحها جيمس جينز ، اقترح نجم (أ) من الشمس (ب) . فانتزع من سطحها لساناً من المادة . بعد أن ابتعد هذا النجم المتجول . تحطم اللسان قطعاً . أصبحت كل واحدة منها سياراً يدور حول الشمس ، المشتري . وهو أكبر السيارات . هو الجزء الأكثر سماكة في

بعملية التسارع فكونت السيارات (ث) . بينما تبعثر ما تبقى من النجم المتفجر في الفضاء . فلم يعد بالإمكان التعرف اليه الآن . هذه النظرية لا يمكن إقامة الدليل على صحتها ولا تلقى اليوم تأييداً واسعاً .

(٢٠) - ترى هنا ممثلة

(١٩) - نظرية النجم كاسل النظام الشمسي . اقترحها فريد هويل . قائلاً ان الشمس كان لها في ما مضى رفيق (أ) انفجر كما تفجر المتجددات العظمى (ب) . ثم انطفأ تاركاً وراءه غمامة من الشظايا تدور حول الشمس . تجتمعت هذه الشظايا معاً

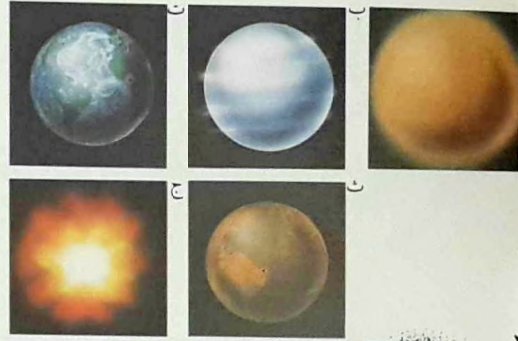


رأى أيضاً فريد هويل (١٩١٥ -) ان الشمس كانت نجماً ثنائياً (١٩) وان رفيقها انفجر كما تنفجر « المتجددات العظمى » . قاذفاً في الفضاء شظايا مبعثرة تكونت منها السيارات . لكن هذا الرأي لم يلق سوى القليل من التأييد لدى علماء الفلك .

مستقبل النظام الشمسي

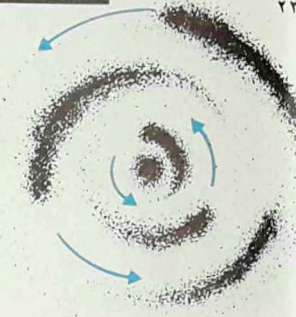
تفترض النظريات الحديثة وجود ما يسمى بالسديم الشمسي . الذي كان يحتوي على المواد التي تكونت منها السيارات تدريجاً بعملية من التنامي أو التعاظم . ما تزال التفاصيل الدقيقة موضوع نقاش . لكن النظرية في جوهرها تبدو صحيحة . الشمس في الوقت الحاضر نجم ثابت . لكنه لن يظل على هذه الحال الى ما لا نهاية له . ففي المستقبل البعيد - ربما بعد ٥٥٠٠ مليون سنة أو ما يقرب من ذلك - سيضطر الى تغيير بنيته . وذلك لنفاذ المؤونة المتيسرة من « وقود » الهيدروجين . ما سيحدث بالحقيقة هو أن الشمس ستتمد الى أن تصبح نجماً عملاقاً أحمر . يبت ما يقرب من مائة ضعف الطاقة التي تبثها الشمس الآن . آثار هذا التمدد ستزل كارثة بالسيارات الداخلية . فأما تتحطم أو تفقد جوها وتصبح حارة للغاية . في ما بعد . تنهار الشمس وتصبح نجماً قزماً ضعيفاً أبيض . تحيط به الأعضاء المتبقية من سيارات نظامه . أما تفاصيل الزمان الدقيقة . فما تزال موضوع جدال . انما هناك شيء أكيد هو أن الحياة على الأرض لا تستطيع الاستمرار الى ما لا نهاية له . وأن النظام الشمسي في شكله الحالي لا بد أن يكون له وجود محدود .

الى نظرية جورج دي بوفون الاصلية (١٧٤٥) التي كان جيمس جينز (١٨٧٧ - ١٩٤٦) قد أوضحها وبعثها في انجلترا (٢٠) . تفترض هذه النظرية ان السيارات تكونت تحت تأثير نجم عابر مرّ بالقرب من الشمس وانتزع لساناً ضخماً من مادتها ؛ بعد أن انسحب النجم . بقي اللسان من المادة يدور حول الشمس . ثم انفجر الى قطرات . أصبحت كل قطرة منها سياراً .



الشمس مرحلة العملاق الأحمر . ستصبح حرارة الأرض مفرطة . وستفلى المحيطات وتبلاشي الجو (ث) وأخيراً تتحطم الأرض (ج) .

(٢٢) - تفترض النظرية السديمية التي أتى بها لايبلاس ان النظام الشمسي . قبل ولادة السيارات . كان مؤلفاً من غمامة غازية تقلصت . وان ذلك أدى الى زيادة في سرعة الدوران والى انفصال حلقة عن السديم . تكثفت فيما بعد . فأصبحت سياراً . مع الزمن قذفت حلقات أخرى . أصبحت كل واحدة منها سياراً .



بغازات قذفت من الداخل . هكذا أصبح يوسع الحياة أن تظهر الى الوجود . اليوم تدور الأرض المستقرة في فلك حول نجم مستقر مما يجعلها قابلة للسكن (ت) . لكن هذا الوضع لن يستمر الى ما لا نهاية له . فعندما تدخل

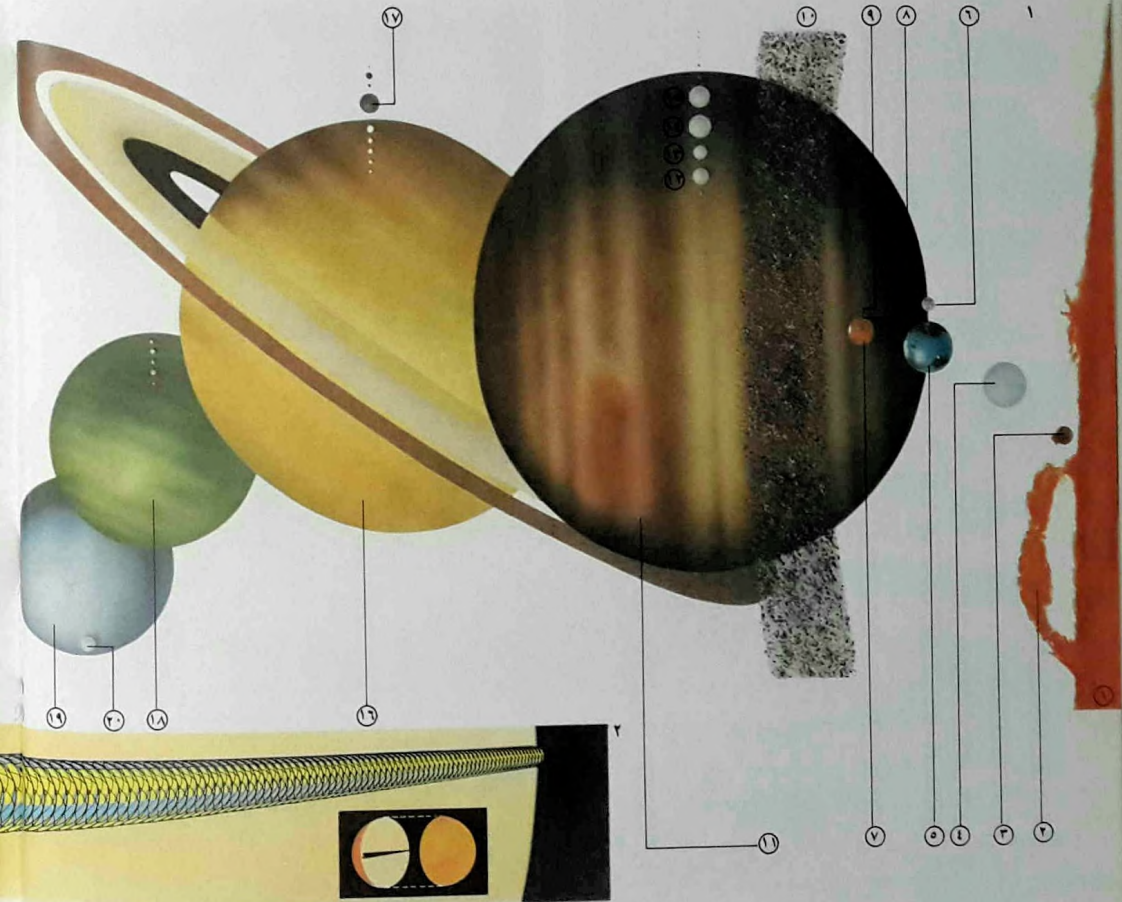
أعضاء نظامنا الشمسي

بعيد الجرم الاضخم فيه . والوحيد الذي
يضيء من ذاته . اما الاعضاء الأخرى .
فتستمد ضوءها من الشمس وتعكسه . متألقة في
السماء تألقا يجعل من الصعب علينا احيانا
التذكر انها . في الكون ككل . ليست من
الأهمية بقدر ما تبدو .

فئتا السيارات

تقسم السيارات الى فئتين مميزتين

يتألف النظام الشمسي من نجم واحد - هو
الشمس - وتسعة سيارات رئيسية وأجرام
مختلفة اقل اهمية منها . كالتوابع التي ترافق
بعض السيارات . وجود النظام الشمسي
مرتبط كلياً بالشمس . التي هي الى حد



وراء المريخ ، فجوة واسعة تدور فيها آلاف الأجرام الصغيرة المعروفة بنجميات الشكل او الكويكبات السيارة او السيارات الصغرى . انها من الصغر بحيث ان حتى اكبرها ، وهو سيريس ، لا يتعدى قطره ١٢٠٠ كلم تقريبا . وهو اكبر بكثير مما كان يُظن ، لكنه يظل صغيرا بمقاييس السيارات . ليس اذن مدهشا ان تكون الكويكبات السيارة قد بقيت مجهولة حتى وقت قريب نسبيا .

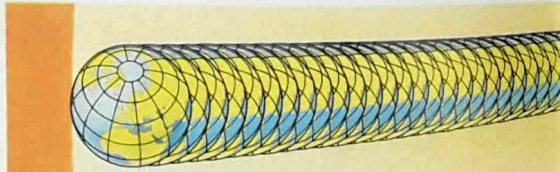
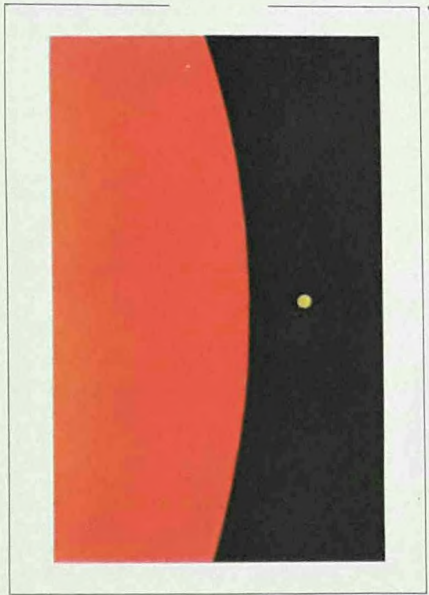
الرسم بجانب نجم جبار احمر . هو قسم من منكب كوكبة الجبار (الجوزاء) . هذا النجم هو من الفئة الطيفية م ٢ . وهو كثير البرودة ، وقطره يفوق ٣٠٠ - ٤٠٠ مرة قطر الشمس . وكرته من الكبر بحيث يمكنها ان تحوي مدار الأرض .

(٢) - الشمس نجم قدره ٥ + . وهي الجرم الذي يتوقف عليه النظام الشمسي بكامله . يفوق حجمها مليون ضعف حجم الأرض . انها في الواقع اكثر كثافة من جميع السيارات مجتمعة ، ومع ذلك ، فهي صغيرة ، اذا ما قورنت بنجم جبار . تبدو الشمس في

بوضوح تام . تأتي ، في الدرجة الاولى ، اربعة سيارات صغيرة نسبيا . هي عطارد والزهرة والأرض والمريخ . وتتراوح اقطارها بين ١٢٧٥٦ كلم للأرض انحدارا حتى ٤٤٨٠ كلم لعطارد . لهذه السيارات عدة خصائص مشتركة . فجميعها مثلا قشر صلدة . ومن المحتمل ان تكون مؤلفة من مواد متشابهة . مع ان الأرض وعطارد اكثر كثافة من المريخ والزهرة .

(١) - تظهر سيارات النظام الشمسي هنا على اساس مقياس واحد . الى اليمين جزء من الشمس (١) . ومن سطحها يبرز تنوء ضخ (٢) مكون من غازات متوهجة . ثم تأتي السيارات الداخلية وهي : عطارد (٢) والزهرة (٤) والأرض (٥) وقمرها (٦) ثم المريخ (٧) . للمريخ قمران تابعان قزمان . هما فوبوس (٨) وديموس (٩) . وقد ضخما هنا (لو عرضا بالمقياس الصحيح . تمكن رؤيتهما الا بالمجهر) . ثم تأتي الكويكبات او النجميات (١٠) التي لا يتعدى قطر اكبرها ١٠٠٠ - ١٢٠٠ كلم . وراء هذه تقع السيارات العملاقة ، المشتري (١١) . مع اقماره التابعة الضخمة الاربعة . وهي يو

(٢) - للشمس . كما تبدو هنا في مقطع عرضي . قطر استوائى يبلغ ١٠٩ أضعاف قطر الأرض . اي ١٢٩٢ ... كلم . مع ان حجمها يفوق حجم الأرض بأكثر من مليون مرة . لا تتعدى كتلتها ٣٣٣ ... ضعفا كتلة الأرض . لأنها اقل كثافة (معدل ثقلها النوعي هو ١.٤ باعتبار ثقل الماء النوعي هو ١) .

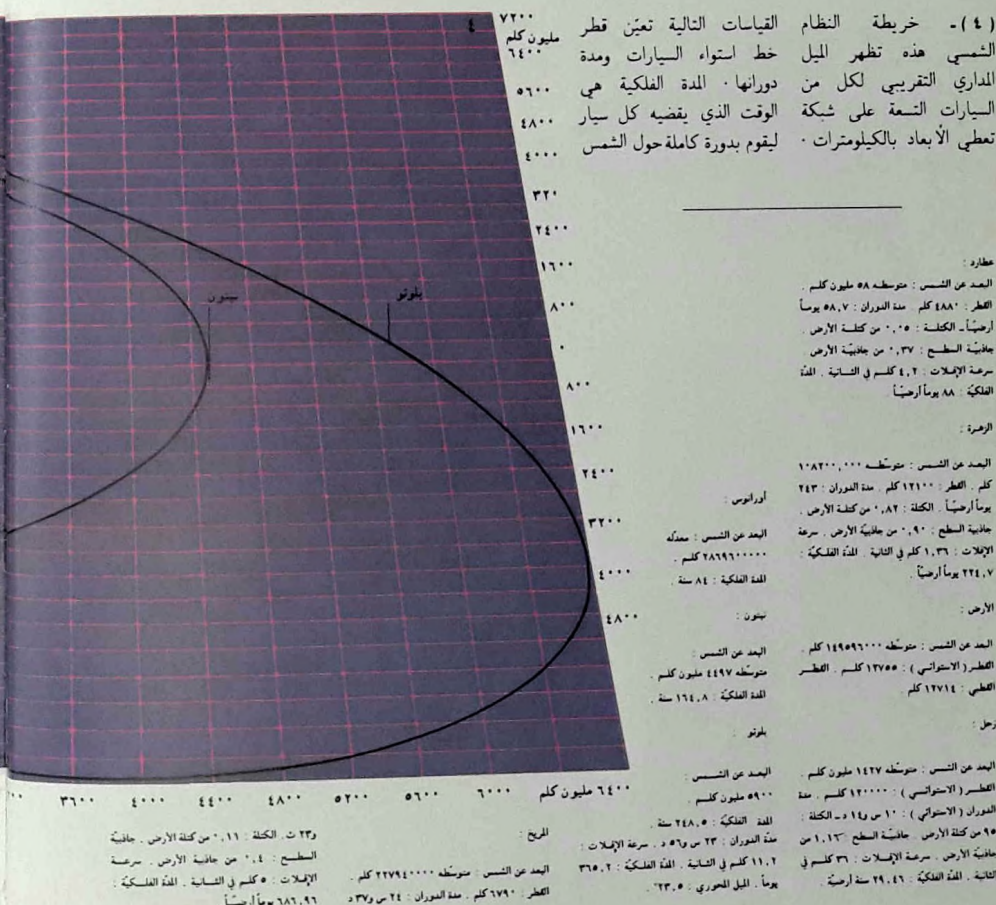


مثلا تبلغ ٦٠ كلم في الثانية بمقابل ١١,٢ كلم فقط للأرض : ابعادها الأساسية عن الشمس تتراوح بين ٧٧٨ مليون كلم للمشتري و ٤٤٩٧ مليون كلم لنبتون .

المقارنة بين السيارات العملاقة

للسيارات العملاقة اوجه شبه عديدة . مع انها تختلف خصوصا في التفاصيل . فكثافتها منخفضة نسبيا . ولا تبلغ كثافة زحل كثافة

بعيدا وراء منطقة الكويكبات الرئيسية . تأتي السيارات العملاقة الأربعة : المشتري وزحل واورانوس ونبتون . هذه العوالم تختلف كثيرا عن السيارات الأرضية : فهي مائعة (اي مجرد غازات او سوائل) . بدلا من ان تكون اجساما صلبة : ولها اجواء كثيفة جدا : كتلتها كبيرة الى حد انها تمكنت من الاحتفاظ بالكثير من هيدروجينها الأصلي : سرعة الافلات لديها شديدة : فسرعة افلات المشتري



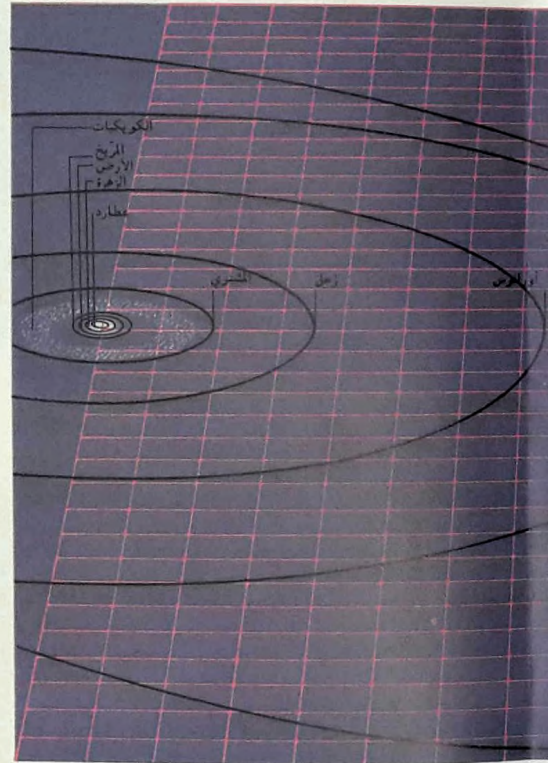
الماء . مع ان المشتري لا يُرى الا بفضل ضوء الشمس المنعكس عليه . فإنه يُولد من ذاته بعض الحرارة . لا بد ان تكون حرارته الداخلية مرتفعة . لكن ارتفاعها لا يكفي لإحداث تفاعلات نووية . لذلك لا يمكن مقارنة المشتري بنجم كالشمس .

السيارات الخارجية

منذ الأزمنة البعيدة . عرفت خمسة من

السيارات . هي عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل . وذلك لأنها أجرام تَرى بالعين المجردة . لم يكتشف اورانوس الذي يُرى بصعوبة بالعين المجردة الا عرضا عام ١٧٨١ على يد وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) . اما نبتون فقد اُضيف الى لائحة السيارات المعروفة عام ١٨٤٦ . نتيجة لتحريات رياضية متعلقة بحركات اورانوس . لجميع السيارات العملاقة توابع : فللمشتري ثلاثة عشر . ولزحل عشرة . ولأورانوس خمسة ولنبتون اثنان . لكثير من هذه التوابع حجم سيّاري وأقطار تعادل على الاقل قطر عطارد .

أبعد السيارات المعروفة هو بلوتو . الذي اكتشفه الفلكيون من مرصد لوول في فلاغستاف بأريزونا عام ١٩٣٠ . انه ليس عملاقا . فهو اصغر من الأرض . ويعتبر عادة سيّارا من نوعها . مع ان ما نعرفه عنه لا يزال ضئيلا . خلافا لأكثر السيارات . التي لها ميول مدارية خفيفة شبيهة بميل الأرض (يبلغ الفرق ٧ درجات لعطارد وقل من ذلك بكثير للسيارات الأخرى) . يميل مدار بلوتو بزواية شديدة الانحدار نسبيا تبلغ ١٧ درجة . فينحرف هذا المدار عن المدار الدائري الى حد ان السيّار . عند اقترابه من الحضيض الشمسي (اي اقرب نقطة الى الشمس) . يصبح اقرب الى الشمس من نبتون . في الواقع . يبدو بلوتو كأنه من طبقة خاصة به . ومن الممكن انه كان اصلا تابعا لنبتون ثم حصل على استقلاله . اما اذا كان هناك بعض السيارات وراء مدار بلوتو . فذلك من شأن المزيد من التقدم التكنولوجي ان نبينها عنه .



المشتري	زحل	أورانوس	نبتون	بلوتو
٢٨٠٠	٢٤٠٠	٢٠٠٠	١٦٠٠	١٢٠٠
٨٠٠	٤٠٠	٢٠٠	١٠٠	٥٠
١٠٠	٥٠	٢٠	١٠	٥

البيانات (الاستوائية) : ٩.٥ د . الكتلة : ٣١٨ من كتلة الأرض . جاذبية السطح : ٢.٦٤ من جاذبية الأرض . سرعة الأقطاب : ٦٠.٢٢ كلم في الثانية . مدة الدورة : ١١.٨٦ يوما أرضياً .

البعد عن الشمس : متوسط ٧٧٨٣٠٠٠٠ كلم .

القطر (الاستوائي) : ١٤٣٠٠٠ كلم . مدة

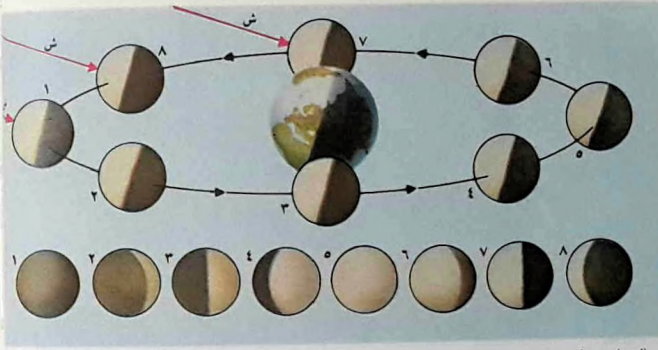
القمر

كلم . وكتلته لا تتعدى ٨١ / ١ من كتلة الأرض . وسرعة افلاته تبلغ ٢.٤ كلم في الثانية وهي لا تكفي للاحتفاظ بجو ذي شأن .

حركات القمر

ليس صحيحا كل الصحة القول ان القمر يدور حول الأرض . الأصح ان نقول ان الأرض والقمر يدوران حول « مركز الكتلة » او مركز ثقل النظام الشمسي . لكن لما كان

القمر اقرب بكثير الى الأرض من اي جرم آخر في السماء . لا يتعدى بعده عن الأرض معدّل ٣٨٤ ٠٠٠ كلم . وهو ما يعادل تقريبا عشرة اضعاف طول خط الاستواء الأرضي . انه جرم صغير (١) . قطره ٣٤٧٦



(١) - القمر جرم صغير اذا ما قورن بالأرض . فكتلته اقل من كتلتها بكثير . ووزنه النوعي اخف من وزنها . لكن التفاوت بين الأرض والقمر اقل مما هو عليه بين السيارات الأخرى وأقمارها التابعة . فأكبر تواع نبتون مثلا . وهو تريتون . لا تتعدى كتله ٧٥٠ / ١ من كتلة هذا السيار .

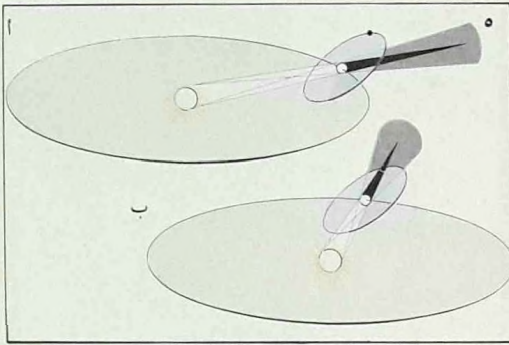
(٢) - ان ما يسبب اوجه القمر هو ان القمر ليس نيرا في ذاته . فجهته للمضاء بضوء النهار تعكس نور الشمس . ووجهه الليلي يعكس ظل الأرض . في الرسم يأتي ضوء

(٣) - ترى هنا « البحار » المظلمة والمرتفعات الساطعة في

القمر البدر . تشرف فوهة تيكون على نصف الكرة الجنوبي . « الفجوة البحرية للماء نيبيا .

أوجهه المألوفة تعود الى انه لا يدور دائما
جهته النيرة نحو الأرض (٢) . يسمى الحد
بين الوجه النهاري والوجه الليلي بالخيوط
الفاصل . سطح القمر غير منتظم . ففي الوقت
الذي تلتقط فيه احدى قمم ضوء الشمس
الشارقة . يكون الحضيض تحتها لا يزال في
الظلام . قبل رحلة السيار لونا ٣ حول القمر
عام ١٩٥٩ . لم تكن نعرف شيئا بوضوح عن
ناحيته الأخرى غير المرئية . من شأن الظاهرة

مركز الكتلة . بسبب الاختلاف بين كتلتي
الجرمين . واقعا داخل الكرة الأرضية . أصبح
القول بأن « القمر يدور حول الأرض » مفيدا
لأغراض كثيرة . مدة القمر الفلكية هي ٢٧.٣
يوما . وهذه هي ايضا مدة دورانه حول
محوره . ونتيجة لذلك يظل نصف كرتيه
الواحد متجها دائما نحو الأرض .
ليس مسار القمر دائريا تماما . لذلك
يتغير القطر الظاهر لقمره تغيرا طفيفا .

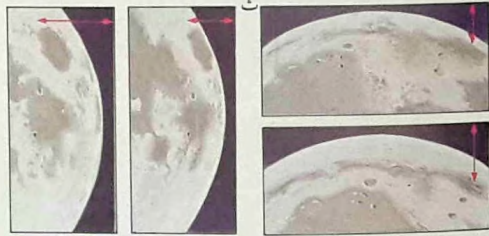
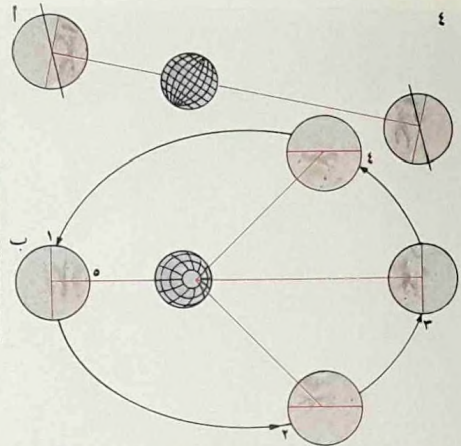


لأن مداره مائل ٥ عن مدار
الأرض . ففي أكثر الحالات .
يمر البدر اما فوق الظل
الحاصل عن الأرض او تحته
(أ) .

(٦) - خلال خسوف كامل
(أ) . لا يختفي القمر تماما .
لأن جو الأرض يعكس كمية
ما من الضوء على سطحه .
لذلك لا يكون ابدا الحد
الفاصل بين النور والظلمة
واضحا . تحدث ايضا
خسوفات جزئية (ب) .
وعندما يمر القمر في منطقة
« شبه الظل » الواقعة على
احد جانبي مخروط الظل
الرئيسي . يصبح الأثر المرئي
اقل وضوحا .

(٤) - النودان هو عدم
الانتظام في حركة القمر .
يحدث النودان في خط العرض
(أ) . عندما يميل محور
القمر نحو مستواه المداري .
فيسمح بمشاهدة القطبين
الشمالي (ت) والجنوبي .
ويحدث النودان في خط
الطول (ب) . عندما تتغير
قليلا سرعة دوران القمر حول
الأرض . فتتغير اقاصها عند
الحضيض (١) وأدناها عند
الأوج (٣) . يمكن ملاحظة
ذلك بتتبع موضع النقطة
(٥) على طول مواقعها في
المدار من (١) الى (٤) .

(٥) - لا يحدث الخسوف
دائما كلما كان القمر بدرا .

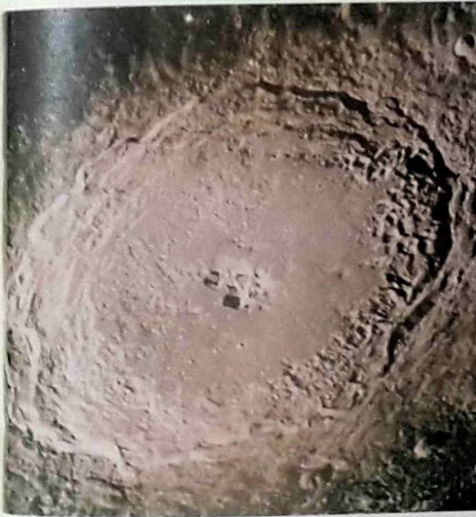


أخرى أضخم من قمر الأرض (ثلاثة أعضاء في أسرة المشتري وواحد في أسرة زحل وواحد في أسرة نبتون) . إلا أنها جميعا تدور حول سيارت عملاقة . قتريتون مثلا ، المرافق الأكبر لنبتون ، ليس له سوى ١ / ٧٥٠ من كتلة هذا السيار . مع أنه قد يكون أضخم من السيار عطارد ، وأضخم من القمر بلا شك .
ما دام الأمر كذلك ، أصبح من الجائز اعتبار نظام الأرض والقمر بمثابة سيار

المعروفة بنودان القمر (٤) (وهي عدم الانتظام في حركته) أن توسع المنطقة المرئية إلى مجموع ٥٩ ٪ من السطح بكامله (مع أنها لا تتعدى ٥٠ بالمائة في كل مرة واحدة) .

النظريات حول أصل القمر

مع أن القمر يصنف تابعا للأرض ، فإنه يبدو من الضخامة بحيث يصعب اعتباره جرما ثانويا . في النظام الشمسي تواي



بالمرقب . ويبلغ قطره ٨ ٢٢ كلم .

(١١) - صور أبولو ١٠ هذه الفوهة الصغيرة في الطرف الأقصى من القمر .

(١٢) - يبدو كلافيوس ، إذا صور من الأرض ، سهلا مؤزرا عرضه ٢٢٠ كلم وترتفع فوقه فوهات .

(١٣) - صورة فوتوغرافية من مدار فضائي (أوربيتر) لحدان تصل بين ثلاثة سهول ، فرا مورو وبونيلاند وبازي . وهي مثال نموذجي لحدان خارجية متصدعة .

(١٤) - « الحدان المستقيم » . وهو شهر صدوع القمر المعروفة . ينيره ضوء الشمس .



(٧) - « الفجوة الوسطى » . التي صورها أبولو ١٠ . هي إحدى المناطق البحرية للساء نسبيا .

(٨) - لفوهة لتغرينوس الكبرى جدران مصطبة ضخمة مع مجموعة معقدة من الجبال المركزية .

(٩) - صورت هنا جبال الأبنين القمرية بعاكس قطره ٣٠ سم . ترتفع أعلاها إلى ٤٥٧٠ مترا فوق السهل .

(١٠) - جزء من الحدود سرياليس . وهو انهيال يرى



النظرية حملت اكثر علماء الفلك على التخلي عنها في اي شكل من اشكالها . المرجح اليوم ان القمر والأرض تكونا معا من السديم الشمسي بطريقة واحدة . فظهر الى الوجود اما متقاربين في الفضاء كما هما الآن . او مستقلين الواحد عن الآخر استقلالا تاما . في هذه الحالة الاخيرة . تكون الأرض في ما بعد قد اوقعت القمر في الأسر . جاعلة منه تابعا لها .

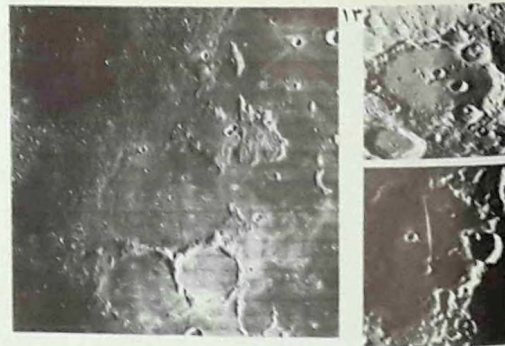
مزدوج . مما يشير بحق مشكلة اصل القمر . بقيت نظرية المد والجزر التي اقترحها جورج دارون (١٨٤٥ - ١٩١٢) في القرن التاسع عشر شائعة لعدة سنوات . وفاقاً لهذا الافتراض . كان القمر والأرض في ما مضى جرما واحدا يدور بسرعة فائقة . وهذا ما جعله غير ثابت . مع الزمن تفككت الكرة . فانفصل منها جزء وصار قمرا . لكن الاعتراضات الرياضية على هذه

معالم سطح القمر : البحار والفوهات

رُسمت أولى الخرائط الموقية للقمر عام ١٦٠٩ . قد يعود حق الاولوية في ذلك الى توماس هريوت (١٥٦٠ - ١٦٢١) الذي رسم خريطة للقمر تظهر فيها عدة معالم بوضوح . لكن ابتداء من عام ١٦١٠ . قام غاليليو بدراسة للقمر اطول واكثر منهجية . وصف فيها الجبال والفوهات والسهول الرمادية اللون بشيء من التفصيل . وقد سَمَّى المناطق الرمادية « بحارا » . ولم تتغير هذه التسميات .

تبدو بعض البحار الخالية من الماء . كالفوهات المنتظمة . متفاوتة الاستدارة وتحيط بها حافات جبلية . تحيط مثلا ببحر المطر الواسع جبال الأنين وجبال الكربات وجبال الألب . غير ان تخومها غير متصلة وتفصل بينها ثغرات واسعة . جبال الأنين (٩) هي اضخم ما في السلسلة . وتبلغ اعلى قممها ارتفاعا يربو على ٤٥٧٠ م .

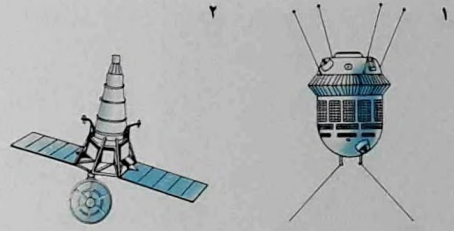
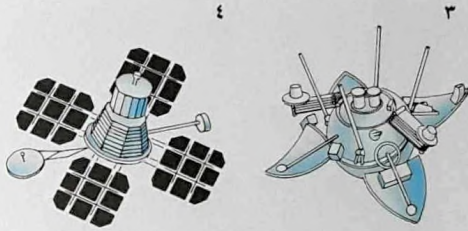
من المعالم الجبلية الاخرى تلال . وقباب ذات منحدرات معتدلة فيها غالبا فوهة واحدة او عدة فوهات . وصدوع احيانا . وشقوق تدعى اخاديد . بعض هذه المعالم يمكن مشاهدتها حتى بالعين المجردة .



الرحلات إلى القمر

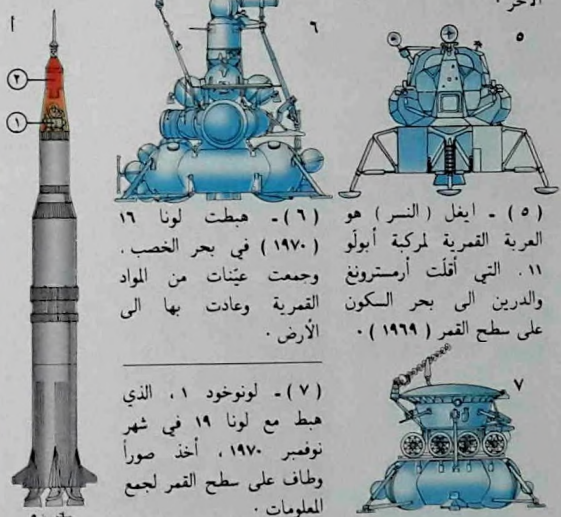
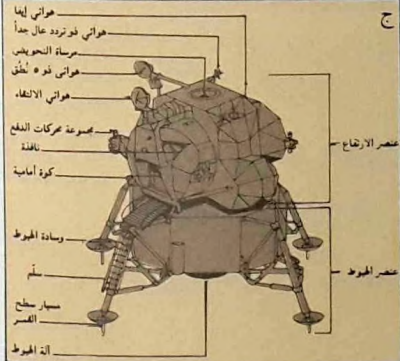
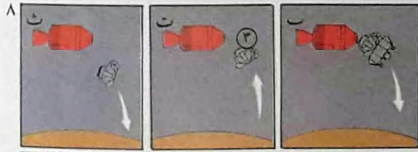
مركبات في بعثات قمرية : لونا ١ ، التي مرّت بجانب القمر وأرسلت معلومات مفيدة وخصوصاً عن خلو القمر من حقل مغنطيسي ذي شأن : لونا ٢ ، التي تحطمت عند هبوطها على القمر في بحر المطر في شهر سبتمبر عام ١٩٥٩ : ولونا ٣ (١) ، التي دارت حول القمر في شهر أكتوبر وأرسلت أولى الصور الفوتوغرافية للوجه الآخر من القمر ، فتبيّن أنه جبلي مندب بالفوهات ومجدب .

أصبحت الرحلات إلى القمر امكانية عملية . بعد افتتاح عصر الفضاء في أكتوبر عام ١٩٥٧ . عندما أرسل الاتحاد السوفييتي سبوتنيك ١ ، وهو قمر اصطناعي . ليدور حول الأرض . بعد سنتين . أرسل السوفييت ثلاث



(٢) - كانت لونا ١٣ أول مسبار حط بنجاح على سطح القمر (٢١ ديسمبر ١٩٦٦) وأرسل صوراً عنه مأخوذة عليه .
(٤) - كان أوريبتير ٥ الأوربترات التي أتت تصوير القمر بكامله .

(١) - كانت لونا ٢ أول مسبار دار حول القمر (أكتوبر ١٩٥٩) . وقد أرسلت إلى الأرض صوراً عن وجهه الآخر .
(٢) - تحطم رانجر ٨ بالقرب من فوّة ديلامار . لكنّه أرسل صوراً ممتازة قبل اصطدامه بالقمر .



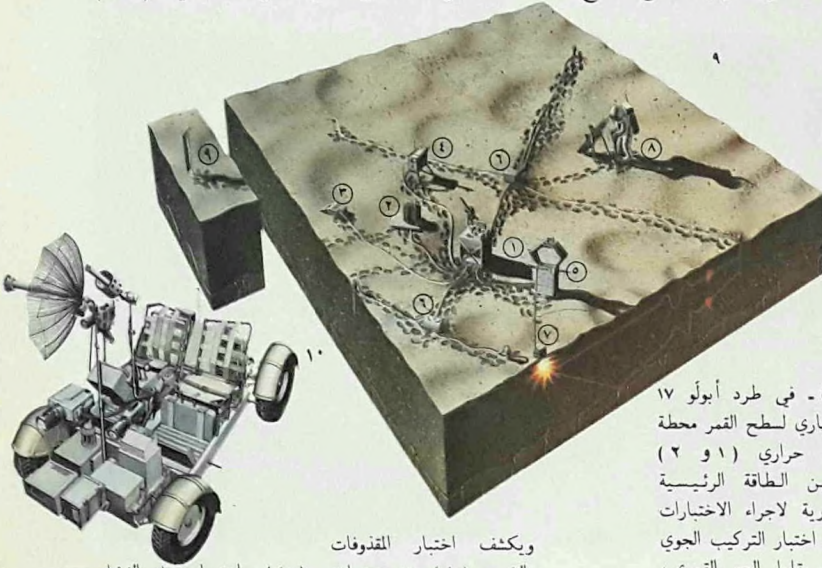
(٧) - لونوخود ١ ، الذي هبط مع لونا ١٩ في شهر نوفمبر ١٩٧٠ ، أخذ صوراً وطاف على سطح القمر لجمع المعلومات .



الاستكشافات الأولى بواسطة الآلات

افتتح برنامج رانجر الأمريكي (٢) مرحلة جديدة في معرفة الانسان للقمر . فقد صممت مركبات رانجر لارسال صور فوتوغرافية عن مجال قريب قبل أن تتحطم على سطح القمر .
في شهر يناير عام ١٩٦٦ ، أحرز الاتحاد السوفييتي انتصاراً باهراً بانزال مسبار تلقائي ، هو لونا ٩ ، انزالاً رقيقاً على سطح

القمر . مما قام به هذا المسبار ، أنه التقط صوراً لمنظر يبدو بوضوح كهل من الحم تملؤه النتوءات وحفر الفوهات . لكنه كانت له ايضاً أهمية خاصة . لأنه قضى نهائياً على نظرية غريبة كانت تقول ان بحار القمر ملأى بغبار ناعم غدار متراكم على عمق عدة مئات من الأمتار . فقد بين الهبوط على سطح القمر بالعكس ان سطحه صلب بما فيه الكفاية لتحمل ثقل سفينة فضائية (١٣)



(٨) - استعمل برنامج أبولو القمري صاروخ ساتورن ٦ (أ) لنقل المركبة الفضائية المؤلفة من العربة القمرية (١) وسفينة القيادة وعربة الخدمة (٢) . هبطت العربة القمرية على القمر . مقلّة رائدي الفضاء (ب) . بعد أن تمام المهمة . انفصل جزؤها الأعلى (٣) عن جزء الهبوط وارتفع في مدار (ت) لملاقاة عضو البعثة الثالث الذي كان مايزال في سفينة القيادة دائراً حول القمر . عندئذ أقيمت العربة (ث) على القمر فتحطمت . تظهر هنا العربة القمرية بتفاصيلها (ج) .

(٩) - في طرد أبولو ١٧ الاختباري لسطح القمر محطة ومولد حراري (١ و ٢) لتأمين الطاقة الرئيسية الضرورية لاجراء الاختبارات يحل اختبار التركيب الجوي (٣) بقايا الجو القمري ،

ويكشف اختبار المقذوفات والشهب (٤) عن صدمات الأجسام النيزكية ، كما يقيس مقياس الجاذبية (٥) أبة شذوذات في الجاذبية ، كذلك يتولى اختبار السماع الأرضية احدث انفجارات اصطناعية تساعد على دراسات طبقات سطح القمر ، هناك ايضاً اجهزة لقياس الزلازل (٧) ومعدّات (٨) لأخذ عينات جوفية ، أما اختبار التيارات الشمسية (٩) فقد أجري في بعثات سابقة لأبولو .

(١٠) - استعمل رواد الفضاء عربة التجوال التي حملتها الأبولونات الأخيرة الثلاثة (١٥ و ١٦ و ١٧) للتنقل فيها على سطح القمر الى مسافات بعيدة بسرعة تتراوح بين ٨ و ١٦ كلم / س .

(١١) - هذه الصورة الشمسية التي تمثل منظراً قمرياً . والمأخوذة ايان رحلة أبولو ١١ . تبين عدة تفاصيل لسطح القمر صادفها الرواد الفضائيون .



على الأقل .

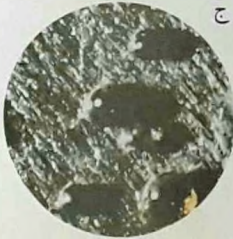
خلال السنتين اللتين عقبنا أغسطس عام ١٩٦٦ ، رسمت خريطة القمر بكمال متفاوت . فقد دارت خمس عربات فضائية أمريكية (٤) حول القمر في مسارات قريبة منه وأرسلت صوراً دقيقة مذهشة .

تابع الاتحاد السوفييتي برنامج الاستكشاف بواسطة الآلات خلال السبعينات . وقد حقق انتصاراً باهراً مع لونا

١٦ ، التي هبطت عام ١٩٧٠ في بحر الخصب ، ثم عادت حاملة عيّنات من الصخور القمرية . في ما بعد ، خلال السنة نفسها ، هبطت لونا ١٧ في بحر المطر ؛ فخرج منها لوناخود ١ (٧) ، وهو مركبة ذات ثمانية عجلات . ثم تبعها لوناخود ٢ عام ١٩٧٣ .

البشر على القمر

بدءاً من منتصف الستينات ، ركّز



أخرى مشابهة . بينت أن القمر لا يخلو من بعض الارتجاجات الخفيفة . وأنها تحدث تكراراً .

الستعملة على الأرض ، لكنها تصبح أكثر حساسية على القمر توقفت هذه المرجفة عن العمل بعد فترة قصيرة . لكن أدوات

(١٢) - أقام أرمسترونغ والدرين خلال رحلة أبولو ١١ مرجفة لقياس ارتجاجات التربة . تشبه المرجفات

وتركا وراءهما آلات مسجلة . عادا الى مركبتهما والتحقا بعضو بعثتهما الثالث في العام ذاته . خرج أبولو ١٢ . فهبط رائدا الفضاء تشارلز كونراد (١٩٣٠ -) وآلان بين (١٩٣٢ -) بالقرب من مسار تلقائي سابق (سورفيور ٣) وتمكنا من إعادة أجزاء منه الى الأرض .

منذ ذلك الحين . هبطت أربع مركبات أبولو أخرى . انتهت السلسلة عام ١٩٧٢ مع أبولو ١٧ الذي هبط في منطقة طوروس ليترو بقيادة أوجين سرنان (١٩٣٤ -) وهريسون شميت (١٩٣٥ -) العالم الاختصاصي بطبقات الأرض .

كانت كل بعثة ناجحة تترك على سطح القمر ما سُمي « طرد أبولو الاختباري لسطح القمر » وبالانجليزية « ألسيب » (٩) . بفضل ذلك أجريت تحقيقات وأبحاث مختلفة وتقدمت معرفتنا بالقمر تقدماً هائلاً .

منظر القمر

الظروف السائدة على القمر غريبة علينا . فلرائد الفضاء على سطحه سدس وزنه الطبيعي . مع أن كتلته لا تتغير . كذلك يكاد ان لا يكون لسطح القمر لون محلي . وسماؤه تبقى سوداء حتى عندما تكون الشمس فوق الأفق . ونهاره طويل بسبب دورانه البطيء .

ليس القمر عالماً مضافاً ؛ فدرجات حرارته تتراوح بين حوالي ٩٠ ستنيفراد (١٩٥ ف) ظهراً عند خط الاستواء ودون - ١٣٠ س (- ٢٠٠ ف) في الليل ؛ وليس فيه هواء ولا ماء ؛ ونحن متأكدون اليوم من أنه لم تكن عليه حياة قط .

الامريكيون اهتمامهم على برنامج أبولو الرامي الى ارسال الناس الى القمر . بلغ البرنامج ذروته في يوليو عام ١٩٦٩ . عندما غادر نيل أرمسترونغ (١٩٣٠ -) وأدوين ألدرين (١٩٣٠ -) عربتهما القمرية « النسر » (٥) ، وهي العربية التي هبطت على القمر من مركبة أبولو ١١ (٨) ، وخطوا « الخطوة التاريخية القصيرة » على سطح القمر . بعد أن جمعاً عينات من المواد القمرية (١٤) .



(١٣) - لآثار أقدام أدوين ألدرين على سطح القمر عمق اختراق لا يبلغ ٢.٥ سم .

(١٤) - تشمل عينات صخرية عاد بها أبولو ١١ من القمر هذه العينة من النوع البازلتية التي لا تحمل أي دليل على أية مادة مائية فيها . أظهرت العينات التي عادت بها بعثات أبولو ولونا اللاحقة أن هناك أنواعاً عديدة من الصخور القمرية . وأن أكثر

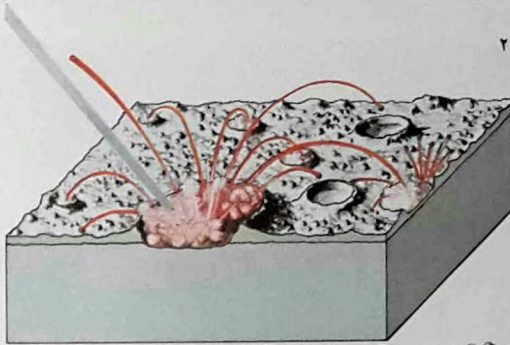
بنية القمر

بين كتليهما .

سطح القمر

يرتبط تعيين طبيعة سطح القمر ارتباطاً وثيقاً بمسألة أصل الفوهات والتضاريس الأخرى المنتشرة على سطحه . وقد أدى ذلك إلى مناقشات لا نهاية لها لم تتوصل حتى نتائج أبولو ذاتها إلى حلها . لقد اقترحت نظريات غريبة حول أصل الفوهات (من الجزائر

أثبت تحليل العينات التي عادت بها من القمر بعثات أبولو الأمريكية والمسابير الروسية غير المأهولة أن للأرض والقمر عمراً واحداً تقريباً (بين ٤٥٠٠ و ٥٠٠٠ مليون سنة) . لكنهما لم يتطورا تطوراً واحداً (١) ، بسبب الفرق الكبير



(١) - تكونت أحواض البحار القمرية بسبب التناهي الداخلي أو الصدمات في مرحلة مبكرة من تاريخ تكوين سطح الأرض والقمر (قبل ٤٠٠٠ مليون سنة) . لم يكن عندئذ المنظر العام للقمر مختلفاً عما هو عليه اليوم . مع أن الأحواض لم تكن ممتلئة . لا نعرف إلا القليل عن سطح الأرض في ذلك العهد . خلال مدة طويلة . لم يطرأ تغير على كل من سطح الأرض والقمر . لكن قبل ٢٠٠٠ مليون سنة . امتلأت أحواض القمر . وبعد ١٠٠٠ مليون سنة توقف النشاط القمري . تعطينا التقنيات الجيولوجية فكرة بسيطة عن مظهر الأرض في ذلك الحين . وقد تطور بشكل ملحوظ حتى بلغ شكله الحالي .

(٢) - وفقاً لنظرية الصدم . تكونت البحار والفوهات الرئيسية بفعل صدم نيزكي . فالنيازك تحدث حيث تقع شكلاً دائرياً حتى عند

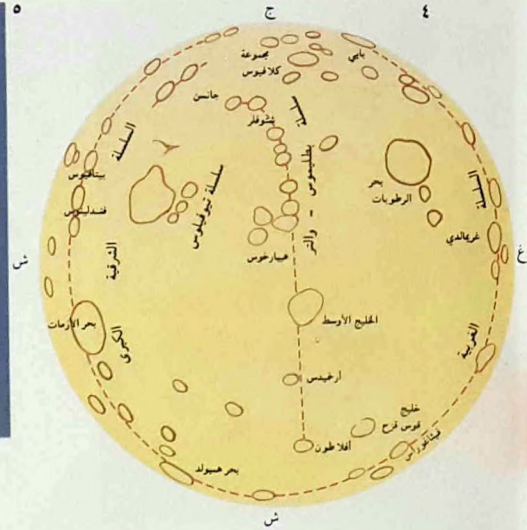
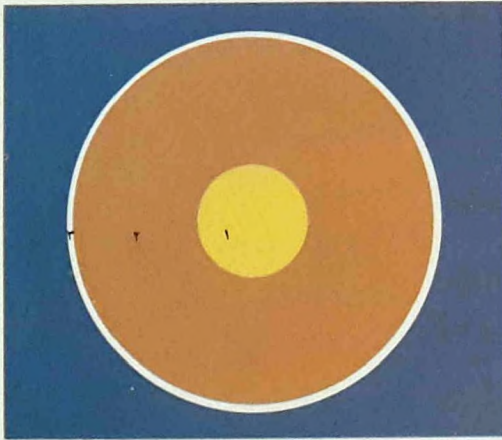


Digitized by Ahmed Barod

المتحدة . بالرغم من تباين المقاييس ، اذ لو نقلت فوهة اريزونا الى القمر ، لبدت غير ذات شأن . من ناحية أخرى ، يركّز مؤيدو النظرية البركانية على ان توزيع فوهات القمر ليس وليداً للمصادفة (٤) ، كما يدل على ذلك مثلاً ان سهول الفوهات الكبرى تبدو مصطفة في خطوط واضحة . كذلك عندما تنقسم مجموعة فوهية لاحداث مجموعات اخرى ، فالفوهة الصغرى تتكون في داخل

المرجانية الى القنابل الذرية) . لكن القضية بكاملها بقيت متمركزة حول ما اذا كانت الفوهات ناجمة عن نشاط داخلي او عن قصف خارجي . تعرف عادة الاولى من هاتين النظريتين المتنافستين . بالنظرية البركانية (٣) ، والثانية بنظرية الصدم (٢) .

اجريت عدة محاولات للربط بين الفوهات القمرية الرئيسية وفوهات الصدم الارضية . كفوهة اريزونا في الولايات



على طول خطوط المواضع الضعيفة في القشرة بفعل الجاذبية الأرضية .

ما يطلق عليه اسم « ريلات » هو جزئياً سلاسل فوهات . وليس من شك في انها من أصل داخلي . كذلك تميل التشكيلات الرئيسية على السطح الذي يَرى من الأرض الى الانتظام . كما ان هناك الى الشرق سلاسل مهمة كالسلاسل التي تشتمل على بيتافايوس وفندلينيوس (وبحر الازمات ايضاً) . وإلى الغرب سلسلة غريمالدي . لقد قامت بعض البراهين على ان الاشكال المهمة قد تكونت

السطحية . مشكلة فوهة (ت) . اما القمم المركزية . فيها اختراق الصهارة الطبقة السطحية .

سقوطها بزاوية حادة . هذه النظرية شائعة اليوم .

(٢) - تؤكد النظرية البركانية المعاكسة ان سطح القمر . عندما كان حاراً ولدنا (أ) . تكونت عليه قُبب دفع بها الى أعلى الحمل الحراري الذي تحدثه الصهارة مثلاً ، ثم انخفضت (ب) المادة التحتية عندما بردت . مخلفة وراءها فراغاً فانهارت الطبقة

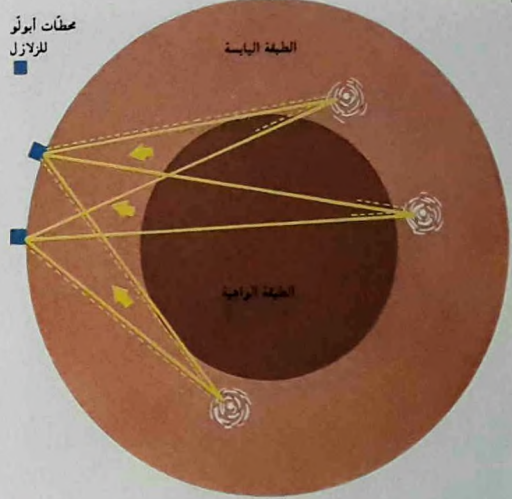
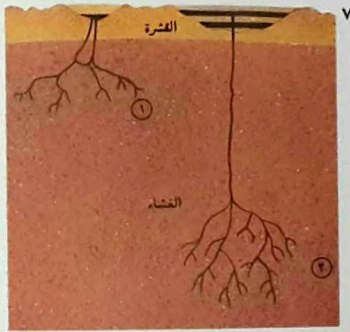
(٥) - يعتقد ان نواة القمر (١) أصغر بكثير من نواة الأرض نسبياً ومطلقاً معاً . من المرجح ان تكون غنية للغاية بالحديد . حول النواة . يمتد الرداء القمري (٢) الذي تحيط به القشرة (٣) التي تغطيها التربة الفوقية .

بصرف النظر عما اذا كان تكونها قد نجم عن عوامل داخلية او خارجية . لكنها بدأت . منذ ما بين ٣.٨ و ٣.٢ مليارات من السنين . تمتلئ بالحجم السائلة حتى عامت هذه على وجه القشرة القمرية . فأعطت المشهد الذي نراه اليوم . واذا تعاقبت الثورات . مدة ما يقرب من مليون سنة . غدت سطوح البحار اليوم . على الرغم من بساطتها الظاهرة . مزيجاً من الحمم المتراكبة (٨) .

الفوهة الكبرى . وهذا ما يسهل تفسيره عن طريق نظرية الأصل الداخلي . لا عن طريق نظرية الصدم . زد على ذلك ان عيّنات الصخور القمرية قد ثبت اصلها البركاني . مع انها غالباً ما تأثرت ايضاً بالصدمات .

بنية « البحار » القمرية

يعتقد اكثر الخبراء ان الاحواض القمرية . عندما تكونت . لم تكن تحتوي على حمم .



قد حفرتها . انها لم تنشأ عن تخرّ بركاني واحد . بل استغرق نشوؤها ما يقرب من ١٠٠٠ مليون سنة . يظن ان أقدم حجارة البازلت قد تكونت على عمق ١٥٠ كلم (١) . اما الصخور التي هي احدث منها . فقد تكونت بعد ذلك على عمق ٢٤٠ كلم تقريباً (٢) .

(٦) - خلال بعثات أبولو . وضعت مقاييس للزلازل على سطح القمر . وأجريت دراسات لموجات الهزات القمرية . فتبين ان قوة هذه الهزات . حتى الشديدة منها . ضعيفة بالنسبة الى الهزات الارضية . الهزات القمرية على نوعين . بعضها يحدث مباشرة تحت السطح . بينما سُخِّل البعض الآخر على أعماق تقع في منتصف المسافة بين السطح والنواة .

(٧) - تكونت البحار القمرية . عندما فاضت الحمم على سطح القمر . فملأت الاحواض التي كانت النيازك

التطور الجيولوجي للقمر تفوق ما لدينا عن تطور الأرض . فبعكس الأرض التي لها تاريخ طويل من التآكل المستمر . لم يتعرض القمر للتآكل لمدة طويلة . فقبل ملياري سنة . كان للقمر الشكل الذي نراه فيه اليوم تقريباً . بينما كان شكل الأرض مختلفاً كل الاختلاف عما هو عليه اليوم .

تمكنت مقاييس الزلازل في ابولو من تسجيل « هزات قمرية » (٧) . ليس من ريب في ان بعض النشاط البركاني ما يزال جارياً فيه . بعض الهزات القمرية تحدث قريباً من القشرة . اما غيرها فيقع عميقاً . على أكثر من نصف المسافة الى الجوف (٦) . كذلك ثبت ان القمر قد يكون له جوف حار . مما يزعزع الفكرة القديمة عنه انه كرة باردة بكاملها (٥) .

تدل دراسة تسجيلات الهزات القمرية على انه . اذا كان هناك نواة للقمر مصهورة . فلا بد ان تكون أصغر من نواة الأرض نسبياً واطلاقاً معاً . فوق هذه النواة يوجد ما يسمى بالطبقة الواهنة . وهي منطقة منصهرة جزئياً . فوقها يقع الرداء السميك الذي تغطيه القشرة . وأخيراً طبقة من الركام الصخري سماكتها ١٠٠ متر . لا يوجد الآن على القمر مجال مغنطيسي عام . غير ان بعض المناطق ممغنطة موضعياً . يبدو انه كان للقمر في الماضي السحيق مجال مغنطيسي عام ذو شأن لكنه ضعف تدريجياً . حتى اختفى نهائياً .

سجل مراقبو القمر العاملون على الأرض بعض الاحداث الطفيفة التي يمكن ان تدل على تسرب غاز من تحت القشرة . وهو ما يعرف بالظاهرة القمرية العابرة (٩) .

في الفترة ذاتها . ظهر عدد كبير من الفوهات . ولعل الفوهات المشعة . كنيكو وكوبرنيكوس . أحدث هذه الفوهات سناً . فقد يكون عمر كوبرنيكوس أقل من مليار سنة . بعدئذ توقف النشاط القمري . ولم تتكون منذ ذلك الحين الا فوهات صغيرة أكثرها ناجم عن الصدم .

تطور القمر

من غرائب الامور ان لدينا معلومات عن

- | | |
|---|---|
| (٨) - في بحر الامطار (أ) | (٩) - تعتري القمر ظاهرات قمرية عابرة . كما ثبت ذلك في السنوات الأخيرة . مواقع هذه الظواهر ليست موزعة عشوائياً . بل تتجمع بالأحرى حول شواطئ البحار المستديرة وفي المناطق الغنية بالريالات . أكثر المناطق نشاطاً على سطح القمر هي منطقة فوهة ارطرخس الساطعة . |
| تمثل المنطقة ذات اللون الاحمر الغامق على الخريطة (ب) أحدث السيول الحممية . وهي المنطقة التي لا تكثر فيها الفوهات . بينما تمثل المنطقة ذات اللون الاحمر الفاتح أقدم السيول . تعود السيول الكبرى الى ٣.٢ آلاف مليون سنة . | |



خَرَاطُ القَمَر

المنطقة المراقبة . فالقوهة مثلاً تبرز أكثر ما يكون ، عندما تكون قريبة من الخط الفاصل (وهو الحدّ بين الليل والنهار في نصفي كرة القمر) ، فيكون قعرها غارقاً في الظلام كلياً او جزئياً . لكن من الصعب تمييز القوّهات ، مهما كانت كبيرة ، عندما تكون مضاءة عمودياً ، الا اذا كان قعرها اما مضاء كثيراً او مظلماً كثيراً . للقمر اجمالاً قدرة عاكسة ضعيفة تبلغ تقريباً ٧ بالمائة - أي ان سطحه

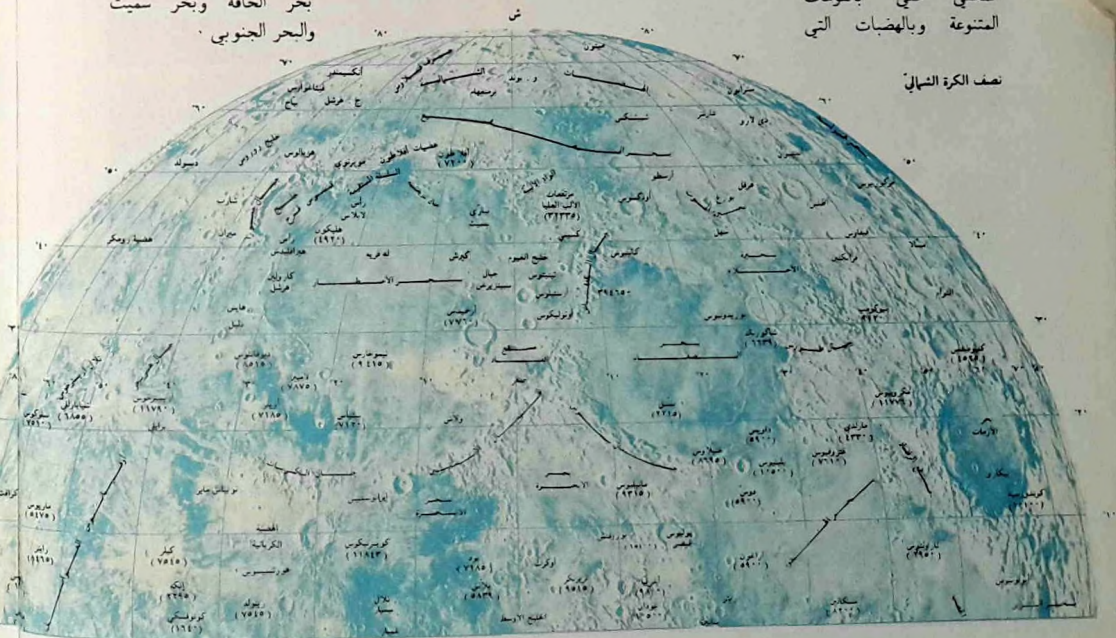
تمكن رؤية القمر بكثير من التفاصيل حتى بالعين المجردة . غير ان المناظير العادية والمراقب تعطينا مشهداً عنه لا حد لتنوعه وغناه . من الواضح ان المنظر يتوقف على زاوية سقوط الأشعة الشمسية على

وكشفت لونا ٣ أيضاً عن البحر الموسكوفي . أثارت مسألة تسمية معالم الوجه المخفي من القمر بعض الجدل . لكن الأسماء المعطاة هنا هي التي تبنتها رسمياً لجنة شكلها الاتحاد الدولي لعلماء الفلك . تمكن أيضاً من الأرض رؤية بحر الحافة وبحر سميث والبحر الجنوبي .

فرمي الساطعة . كشفت صور لونا ٣ أيضاً عن خط نيز طن انه سلسلة جبال كبرى وأطلق عليه الروس اسم « السلسلة السوفيتية » . لكن تبين فيما بعد انه مجرد شعاع نيز .

تغطي سطحه بكامله . أكثر البنيات الطريفة فيه فوهة تسيلوكوفسكي المظلمة القاع والتي شوهدت لأول مرة على صور التقطتها لونا ٣ عام ١٩٥٩ . بالقرب منها فوهة

(١) - لا تظهر على خريطة الوجه المخفي من القمر بحار واسعة كالتي في الوجه المرئي من الأرض . من بحار الوجه المخفي التي يمكن ان ترى من الأرض البحر الشرقي وبحر الحافة وبحر سميث والبحر الجنوبي . لكن الوجه المخفي غني بالقوّهات المتنوعة وبالهضبات التي

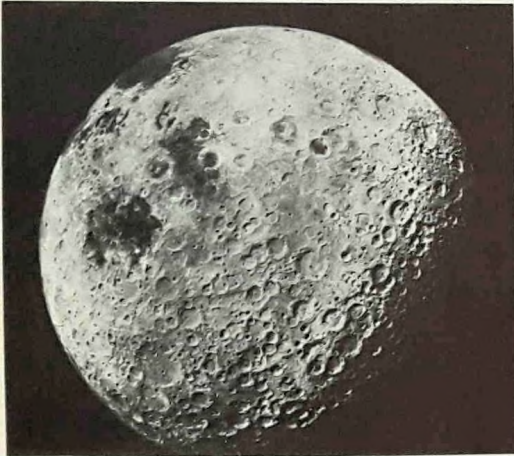
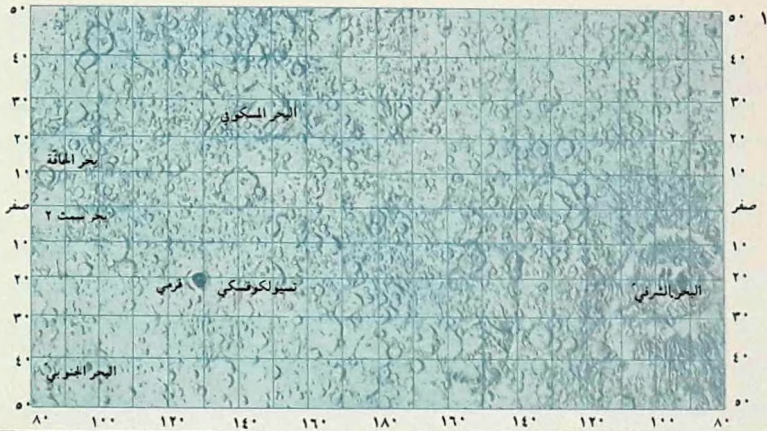


لا يعكس إلا ٧ بالمائة من ضوء الشمس الذي يتلقاه - ؛ غير ان للفوهات الأشد سطوعاً جُذراً وقمماً مركزية تزيد قدرتها العاكسة على ١٥ بالمائة .

نصف الكرة الشمالي

يهيمن على نصف الكرة القمرية الشمالي الذي يُرى من الأرض بحران كبيران . هما بحر الأمطار وبحر الصفاء . وهما بحران

مستديران تقريباً . مع انهما يبدوان اهليلجين نوعاً ما . تحيط ببحر الأمطار في معظم تخومه سلاسل جبلية . منها جبال الأبنين المهيبة التي ترتفع قممها الى ٥٠٠٠ متر تقريباً . بين جبال الأبنين وجبال القفقاز . وهي أقل ارتفاعاً منها . فرجة تصل ما بين بحر الأمطار وبحر الصفاء . تقع فوهة افلاطون . ذات القاع المظلم . البالغ قطرها ٩٥ كلم . في منطقة جبال الألب . كما يقع



(٢) - تبين هذه الصور التي التقطها أبولو ١٦ قسماً من جهة القمر التي تروى من الأرض وقسماً من الجهة الأخرى .

أقل انتظاماً منه في شكله . ومن المحتمل ان يكون أيضاً أقدم منه . في هذا البحر اتم رائدا أبولو ١١ هبوطهما التاريخي في يوليو من عام ١٩٦٩ .

بحر الازمات . القريب من حافة قرص القمر . أصغر من البحرين السابقين . لكنه واضح كل الوضوح ويرى بسهولة بالعين المجردة . أوسع البحار الأخرى . في هذا النصف من الكرة القمرية . محيط العواصف

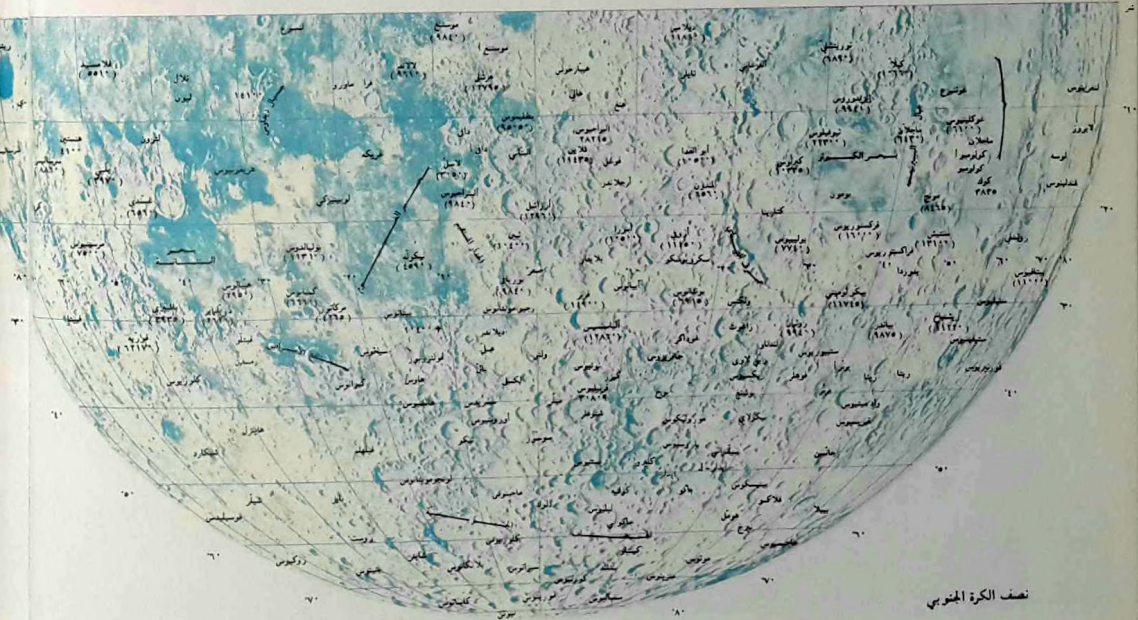
فيها أيضاً وادي الألب الرائع . البالغ طوله ١٢٠ كلم .

على حضيض بحر الامطار تنتصب عدة فوهات رئيسية . منها فوهة أرخميدس (٨٠ كلم) مع رفيقتها الصغيرتين والعميقتين ارستيلوس واوليكوس . ليس في بحر الصفاء فوهات بهذا الحجم . فأكبرها لا يتعدى قطرها ٢٩ كلم .

بحر السكون المجاور لبحر الصفاء جنوباً

على الخريطة الشمالية بحر الصقيع الذي يُرى من الارض . ويظهر افلاطون في اسفل الخريطة . على خريطة القطب الجنوبي . تظهر في اقاصه احدى البنيات الطرية فيه . وهي سهل ثرودنغر . الواسع المحاط بالجدر . ومعه بنية مشابهة له هي بلانك . كلافيوس المحاط بالجدر .

(٢) - تصعب دراسة مناطق القمر القطبية انطلاقاً من الارض بسبب ظاهرة تشوه المنظر . بعض الأقسام الظاهرة على هاتين الخريطين لا ترى مطلقاً . ومعرفتنا لها مستقاة في الدرجة الاولى من الصور التي التقطتها الماسيرات الامريكية



الذي تفصله عن بحر الأمطار جبال الكربات
القليلة الارتفاع نسبياً .

نصف الكرة الجنوبي

تمتد جنوبي خط الاستواء بقليل السهول
الواسعة ، وأهمها بطليموس البالغ قطره ما
يقرب من ١٦٠ كلم والذي له حضيض مسطح
وقاتم نسبياً . بالقرب منه ، يقع الفونسوس
الذي هو أصغر منه ، وفيه مجموعة مركزية

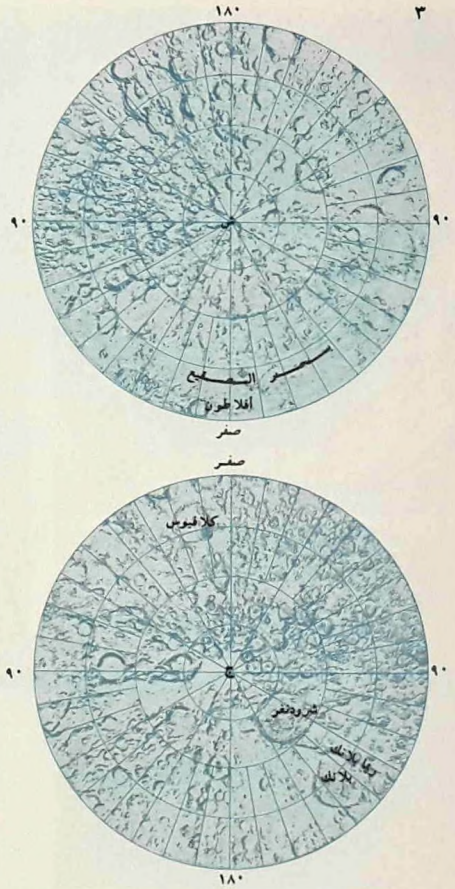
من الجبال . وحضيضه مشقق بالريلات . في
عام ١٩٥٨ ، لمح الفلكي الروسي . ن . أ .
كوزيديف فوق الفونسوس توهجاً محمراً
وهذا مثل لا شك فيه على الظواهر
البركانية العابرة - فأعتقد ان هذه الظاهرة
دليل على بعض النشاط السطحي فيه أو
تحت السطحي وفترها بأنها من أصل
بركاني . أما العضو الثالث من سلسلة
بطليموس ، فهو ارزاشل الذي هو أصغر من
الفونسوس ، لكنه أعمق منه .

يتألف القسم الجنوبي من القمر أساساً من
هضبات مرتفعة ، لا تخلو من المناطق
البحرية ، كبحر الغيوم وبحر النداء الذي هو
أصغر منه . على شاطئ بحر الغيوم الأول ،
وعلى مقربة من ارزاشل ، ينتصب الجدار
المستقيم ، وهو صدع في سطح القمر طوله
١٣٠ كلم وارتفاعه ٢٤٠ م .

من بين السهول الأخرى المحاطة بالجُدُر
سهل شيكار القاتم الحضيض ، وكلافيوس
(٢٣٠ كلم) الذي فيه سلسلة من الفوهات .
والى شمالي الهضبات الجنوبية فوهة تيكو
المسماة « الفوهة العاصمية » للقمر .

الجهة المخفية من القمر

لم توضع خرائط واضحة لمناطق النودان
في القمر قبل عهد المسابير الفضائية . اما
اليوم ، فلدينا معلومات وافية عن جهته
الخفية . مع انه لم يرها مباشرة إلا رواد أبولو
الذين داروا حول القمر . لا توجد هناك بحار
واسعة . لكن التضاريس المختلفة الأنواع
عديدة . مما يسترعي الانتباه فوهة
تسيولكوفسكي المظلمة القاع ، والتي تمّ
التعرّف إليها بواسطة لونا ٣ عام ١٩٥٩ .

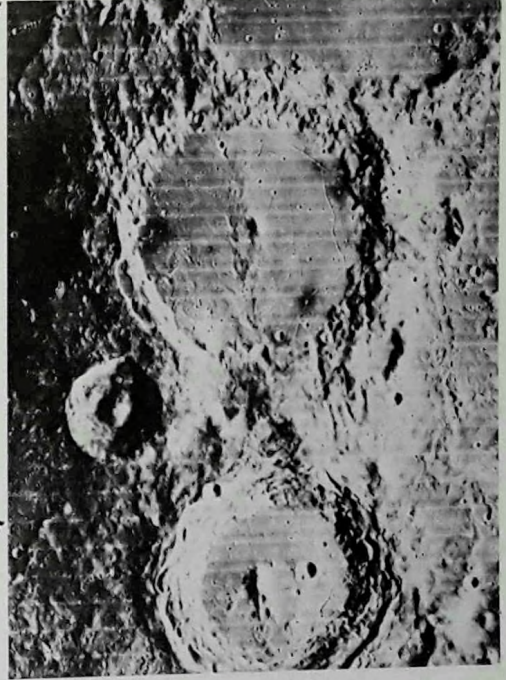


منظر شامل للقمر

وعرة تكثر فيها الفوهات الواسعة والسهول
المحاطة بالجدر. بينما يحتوي الربع الشمالي
الشرقي على مساحات واسعة من « البحار »
المنبسطة .

ما يلفت النظر بنوع خاص ، على وجه
القمر المرئي . منطقة ارسترخس (٦) .
وذلك لأنها ، وإن كانت أكثر الفوهات ضياء .
تعتبرها ظاهرات ظلام موضعي عديدة
ومتقطعة لاحظها المراقبون من الأرض ، حتى

القمر جرم متنوع جدا . فليس ثمة فوارق
كبيرة بين الوجه الذي يُرى من الأرض
والوجه المخفي فحسب . بل هناك اختلافات
واضحة أيضا في منظر الوجه المرئي نفسه .
فالربع الجنوبي الغربي مثلا تسوده هضبات



(١) - المونس . السهل
المحاط بالجدر ، الذي هبط
فيه رانجر ٩ . والذي لوحظ

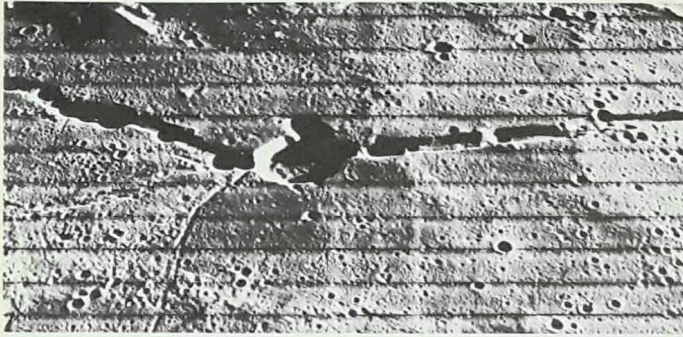
فيه نشاط خفيف . هو عضو
من سلسلة بطليموس .
(٢) - صورة لتيكو . وهو
فوهة قمرية مشعة كبيرة .
بطليموس ذاته هو الى الشمال

فانهما يشتركان في امر واحد ، فهما يقعان في منطقة غنية بالريلات والصدوع ، التي تكثر في المناطق الأخرى التي يلاحظ فيها نشاط خفيف .

القمر قبل عهد اوربيتر

قبل عهد المسابير الفضائية . كانت معرفة الانسان بالقمر محدودة ، على الرغم من ان خلوه من جو قمري يجعل جميع تفاصيله

ان وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) ، ولعله اكبر مراقب فلكي عرفه التاريخ ، اعتبر ارسطرخس بركانا في حالة ثوران . ليس ارسطرخس البنية الوحيدة التي ظن انها مصدر نشاط . ثمة بنية اخرى هي سهل الفونسوس (١) المحاط بالجدر والواقع في سلسلة بطليموس الكبرى بالقرب من منتصف وجه القمر المنظور . مع ان الفونسوس وارسطرخس يختلفان كل الاختلاف .



التقطها اوربيتر . وتظهر فيها بوضوح جدره المتدرجة والارتفاعات المركزية ووعورة التربة . ليس ما يشير الى وجود سيول من الحمم . يقع تيكو في منطقة الهضبات . ومن المرجح ان يكون من احداث الفوهات الكبرى .

(٢) - تيوفيلوس في صورة التقطها له اوربيتر ٣ عن ارتفاع ٥٥ كلم . وتبدو فيه الأسوار والكتلة الجبلية المركزية . الى فوق وعلى اليمين . ترى الجدر وقمة كيرلوس .



(٤) - ريل هايجينوس من اشهر ريلات القمر . ليس هو . بالمعنى الصحيح . ريل او صدع . بل هو في الواقع سلسلة فوهات . كما تدل على ذلك هذه الصورة التي التقطها اوربيتر ٣ . يبلغ عرض هايجينوس ذاته في وسط الريل ٦ كلم .

(٥) - في عام ١٩٥٩ . ارسلت لونا ٣ السوفيتية اولى الصور القمرية الملتقطة عن قرب . ويرى هنا البحر الموسكوني .



خطوطها مشوهة عند مشاهدتها بالمرقب من الأرض . بحيث لو وجدت هناك فوهة ، لكان من المستحيل تمييزها عن سلسلة الجبال . كذلك لم يكن بالإمكان الحصول على معلومات عن الجهة الأخرى من القمر . لقد جرت بحوث حول الأشعة القمرية التي كانت تُرى آتية من تلك الجهة . وقد تيسر تحديد مواقع القليل من مراكز هذه الأشعة بدقة معقولة ؛ غير ان توزيع معالم السطح ظل

أكثر وضوحاً . كان من الممكن . في تلك الأيام . اخذ قياسات البنيات المختلفة على القرص . وقد كان العمل الذي قام به س . أ . سوندر و ج . أ . هاردكاسل ذا قيمة (ما يزال العلماء يعتبرون قياسات سوندر وهاردكاسل بمثابة مراجع لهم) . لكن بعض المناطق بقيت . بالرغم من ذلك . غير معروفة بوضوح . وبنوع خاص كان القليل معروفاً عن مناطق الحافة التي كانت تبدو

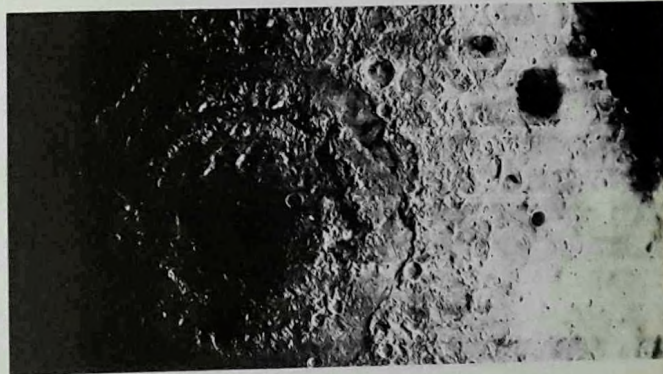


(٦) - ارطرخس . وقطره ٢٨ كلم . مضيء بالنسبة الى المنطقة المجاورة . وجدره شديدة التدرج . وفي وسطه جبل شاهق .

بنية معقدة وجدران حلقة عديدة . يرى الى اليمين غريمالدي تملأه الحمم . وريثيولي .

(٧) - يمكن هنا رؤية الوادي الألبى . وطوله ١٣٠ كلم . في هذه الصورة التي التقطها اوربيتر . يقع الجبل الأبيض . وهو أعلى قمة في جبال الألب . على مقربة منه . انتبه الى الريل الدقيق في أسفل الوادي .

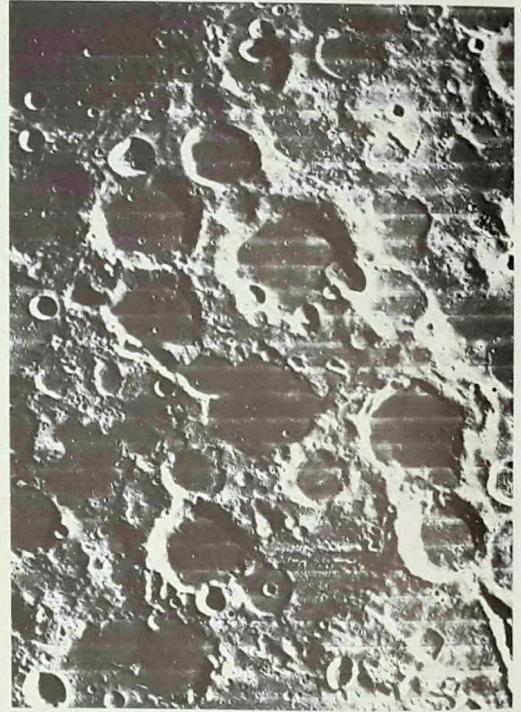
(٨) - للبحر الشرقي . في صورة التقطها اوربيتر ٤ .



مجهولا . كذلك بقي سرا من الأسرار عدم امتداد اي من البحار الكبرى للجهة المنظورة الى الجهة الأخرى . باستثناء البحر الشرقي الذي كانت طبيعته ما تزال مجهولة حينذاك .

بعثات التصوير

كانت الصور الأولى التي ارسلها المسبار الروسي لونا ٣ ذات قيمة كبيرة ، لكنها كانت غير واضحة بالنسبة الى المعايير الحديثة .



(٩) - التقط أوربيتر ٤ هذه

الصورة للبحر الجنوبي عن ارتفاع ٣٥٠٠ كلم . فوهاتة ملأى بالحمم المتجمدة وبنيتة ليست منتظمة .

فأدت احيانا الى تفسيرات خاطئة (٥) . بنوع خاص . رؤي فيها شكل طويل ممتد عبر القرص ، فظن انه سلسلة جبال كبرى . فلقب بالجمال السوفيتية . مع ان صورا لاحقة بينت انه ليس سوى شعاع متألق . لذلك يمكن القول ان الدراسة القمرية لم تخط خطوة واسعة الى الأمام الا بعد مسابير أوربيتر .

على الرغم من وفرة المعلومات التي زودنا بها برنامج أوربيتر ، بما فيها الآلاف من الصور ، ما تزال بعض المسائل المهمة بدون حل . لكن برنامج أبولو (الذي كان مصمما لإرسال ٢١ رحلة) قد اكمل الى حد بعيد عمل مسابير أوربيتر ، ولاسيما في توفير الكثير من التفاصيل عن مواقع الهبوط (فمثلا صور أبولو ١٠ بحر السكون وهو الموقع الذي اختير لإنزال أبولو ١١) .

الفوهات الشعاعية

ما تزال الفوهات الشعاعية وكيفية تكونها تنتظر التفسير . من المعتقد انها لا بد ان تكون احدث الأشكال الكبرى التي حدثت على القمر . فقد قدر عمر كوبرنيكوس وتيكو بأقل من الف مليون سنة ، لكن عدم وجود عينات من هذه المناطق لدراستها يجعل الحكم النهائي حولها في غاية الصعوبة .

منهم من ارتأى ان الفوهات المشعة قد تكونت خلافا للفوهات الأخرى . لكن هذا يبدو بعيد الاحتمال . فلا نجد فرقا حقيقيا بالشكل بين تيكو مثلا ، وهو مركز اكبر نظام مشع على القمر ، وتيوفيلوس (٣) الذي لا يفوقه اتساعا الا قليلا ولا ينتمي الى مثل هذا النظام المشع .

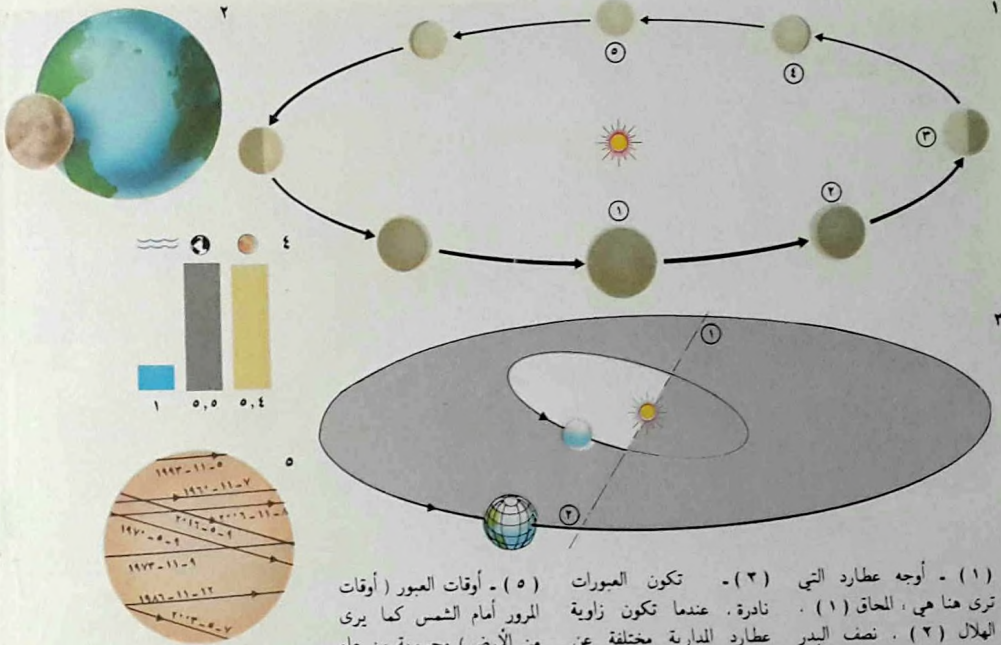
عطارد

حولها في مدة ٨٨ يوماً أرضياً وعلى بعد منها يبلغ متوسطه ٥٨ مليون كلم تقريباً . بالنسبة الى الحجم والكتلة ، عطارد أشبه بالقمر منه بالأرض (٢) ، فقطره ٤٨٨٠ كلم . أما سرعة افلاته ، التي لا تتعدى ٤,٣ كلم في الثانية ، فتدل على أن له جواً لا يستحق الذكر .

صعوبات المراقبة

تكن الصعوبة الرئيسية في مراقبة عطارد

يرى عطارد أحياناً بالعين المجردة ، لكن رؤيته أصعب من رؤية السيارات الأربعة الأخرى التي كانت معروفة في الأزمنة القديمة . وهي الزهرة والمريخ والمشتري وزحل . أنه أقرب سيار الى الشمس ، ويدور



(٥) - أوقات العبور (أوقات المرور أمام الشمس كما يرى من الأرض) محوبة من عام ١٩٦٠ حتى عام ٢٠١٦ . ليست جميعها بطول واحد . فعبور عام ٢٠١٦ سيدوم أكثر من عبور عام ٢٠٠٣ بكثير . خلال العبور ، يظهر عطارد قرصاً صغيراً أسود واضح المعالم . لكنه لا يرى بالعين المجردة .

(٢) - تكون العبورات نادرة . عندما تكون زاوية عطارد الدائرية مختلفة عن زاوية مدار الأرض . يحدث ذلك عادة في نوفمبر (١) ، لكنه يحدث أيضاً بصورة نادرة في مايو (٢) .

(١) - أوجه عطارد التي ترى هنا هي ، المحاق (١) ، الهلال (٢) ، نصف البدر (٣) ، المحذب (٤) ، البدر (٥) . في الاقتران الأعلى (٥) تحجب الشمس . في الاقتران الأسفل (١) ، يكون الوجه المظلم في اتجاه الأرض .

(٤) - عطارد والأرض أكثر السيارات كثافة .

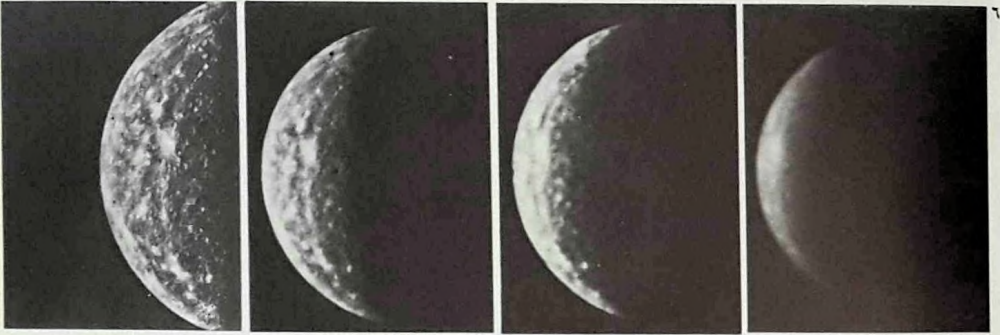
(٢) - لا يتعدى قطر عطارد ٤٨٨٠ كلم .

(٦) - أربع صور مأخوذة من ماريتر ١٠ في شهر مارس ١٩٧٤ ، يظهر فيها عطارد في أوجه مختلفة . كانت معالم السطح تزداد وضوحاً . كلما كان ماريتر يقترب منه ، يبلغ حجم أصغر ما يرى في الصورة الأخيرة ٢٠ كلم ، وهو

كلما اقترب من الأرض (١) ، حتى أنه في أقرب مسافة منها يكون قد دخل في اقترانه الأسفل ، فيصبح من المحال ان يرى (باستثناء عبور نادر له قبالة الشمس) ، وذلك لأن نصف كرتيه المظلم يكون حينذاك متجها نحو الأرض .

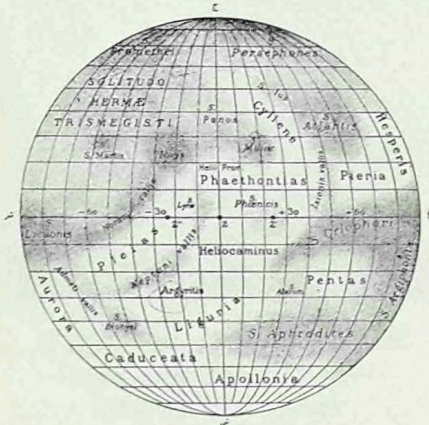
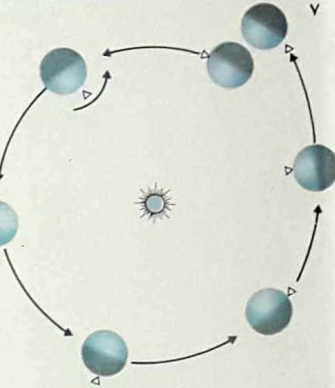
رسم خريطة السيار
أول محاولة جديّة لرسم خريطة عطار

في أنه لا يظهر أبداً على خلفية مظلمة تماماً ، وذلك لأنه يظل دائماً مع الشمس في ناحية واحدة من السماء ، مما يمنعه ، بالرغم من أنه شديد التألق ، من الظهور بوضوح للعين المجردة . يرى بدون مرقب في مناسبات خاصة ، عندما يكون منخفضاً في الغرب بعد مغيب الشمس ، أو منخفضاً في الشرق قبل شروقها مثلاً . وما يزيد المراقبة صعوبة هو أن وجهه المضاء يأخذ في التناقص



الأجزاء المضاءة والأجزاء المظلمة .

(٧) - يدوم ضوء النهار على عطار طيلة مدة دوران هذا السيار حول الشمس أي ٨٨ يوماً . تدل العلامة على دوران نقطة ثابتة من السيار خلال هذه المدة .



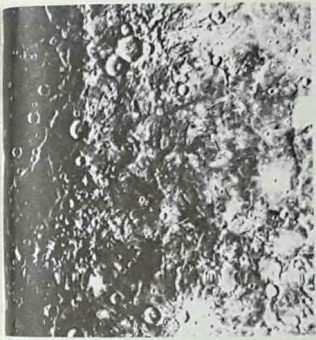
أصغر شيء يمكن تمييزه . (٨) - رسمت خريطة كان المسبار حينذاك على بعد ٩٥٦٦٠٠ كلم من السيار . تظهر القوّهات أكثر وضوحاً بالقرب من الخط الفاصل بين

المناطق المظلمة التي ترى هنا مارينر ١٠ . ولا بد من إعادة النتائج التي وردت من النظر في بعض الأسماء .

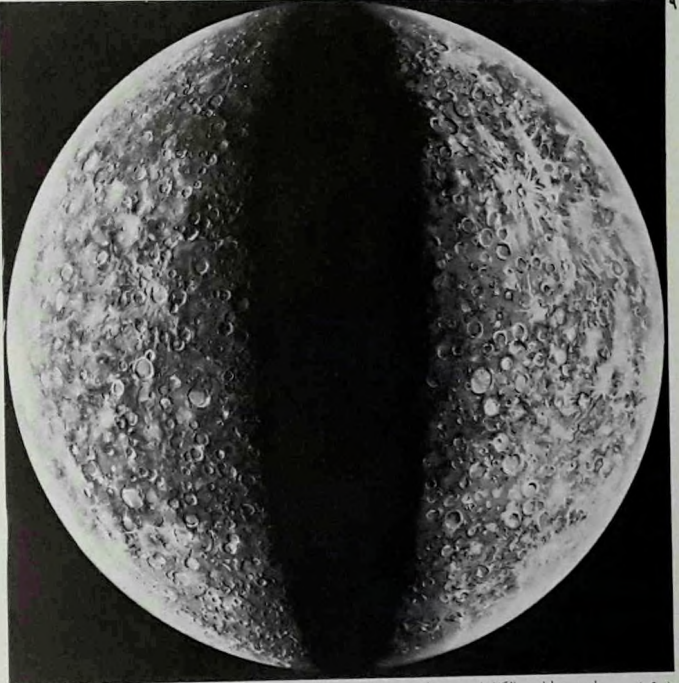
بدراسة طويلة . مستخدماً مرقباً كاسرا في
مرصد مودون قطره (٨٤ سم) . أجرى
مراقباته في وضح النهار . وظلت خريطته
(٨) هي الفضلى - مع أننا نعلم الآن أنها
هي أيضاً تفتقر الى الكثير من الدقة - حتى
رحلة مارينر ١٠ التاريخية عامي ١٩٧٣ -
١٩٧٤ .

بسبب قرب عطارد من الشمس
ترتفع حرارته جداً في النهار . وقد يسجل

قام بها في ميلانو جيوفاني شياباريلي
(١٨٣٥ - ١٩١٠) في القسم الأخير من القرن
التاسع عشر . فبدلاً من أن يدرسه في الليل .
عندما كان بوسعه أن يراه بالعين المجردة .
قام بمراقبته في وضح النهار عندما كان عالياً
فوق الأفق . وهكذا تمكن من رؤية ظلال
قائمة فيه ومناطق متألقة . لكن خريطته
جاءت تقريبية . في ما بعد . بين عامي
١٩٢٤ و ١٩٣٣ ، قام أ . م . انطونيادي



الكثير من الفوهات في هذه
المنطقة التي ترى هنا والتي
ينفرد بها عطارد دون سواه
من السيارات . أصل هذه
الأشكال غامض . وقد تكون



على عطارد . يمكن بسهولة
رؤية الاطار الجبلي المحيط
به . ويختلف داخله عن
المنطقة المجاورة . أما أصل
الحوض . فما يزال مجهولاً .

(١١) - التلال والقمم تحتل

جاءت صور مارينر ١٠
بمعلومات ذات أهمية كبرى .
(١٠) - يظهر في هذه
الخريطة الفيسفائية لحوض
الحرارة المأخوذة من مارينر ١٠
ما هو على الأرجح أبرز سهل

(٩) - سطح عطارد الكامل
في هذه الخريطة الفيسفائية
من صور مارينر ١٠ مليء
بالفوهات ويشبه بوضوح
سطح القمر . هناك أيضاً
أنظمة أشعة ساطعة (في أعلى
اليمن) شبيهة بأنظمة القمر .

المزدوجة . ففي فبراير من ذلك العام . مر هذا المسبار بالقرب من الزهرة . مرسلأ صوراً . ثم توجه نحو الداخل الى لقاء مع عطارد خلال الشهر التالي . أظهرت صور هذا السيار مشهداً يشبه تماماً مشهد القمر (٦) اذ بدت عليه في كل مكان فوهات وجبال وسلاسل جبال . غير أنه كان هناك القليل من السهول الواسعة المظلمة الشبيهة ببحر الأمطار القمري . سمي السهل الرئيسي على عطارد حوض الحرارة (١٠) .

في شهر سبتمبر من عام ١٩٧٤ ، بعد أن دار مارينر ١٠ حول الشمس . عاد الى لقاء ثان مع عطارد والتقط صوراً تفوق الأولى جودة . وتم اللقاء الثالث في فبراير ١٩٧٥ . مع أن الصور المتخذة خلال هذا اللقاءات كانت غير كاملة . فقد ظهرت فيها أنماط الجبال والفوهات ذاتها التي على سطح القمر . أصبح اليوم القسم الأكبر من عطارد مرسوماً في خرائط . كما أصبح لدينا . للمرة الأولى . معلومات موثوقة تفيدنا عن حقيقة هذا الجرم الغريب .

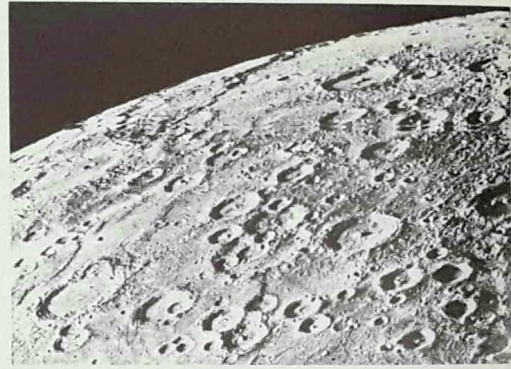
من الاكتشافات ذات الأهمية الكبرى . اكتشاف حقل مغنطيسي في عطارد . هذا الحقل ضعيف اذا ما قورن بحقل الأرض . لكنه واضح للغاية ويولد طبقة مغنطيسية حقيقية .

لقد وُضعت تصاميم لمسابير لاحقة إلى عطارد . لكن امكانية ارسال بعثات بشرية اليه ضئيلة في المستقبل القريب على الأقل . فعطارد ذو أهمية فائقة من الناحية العلمية . غير أنه لسوء الحظ ليس سياراً مضيافاً على الإطلاق .

الميزان حرارة تفوق ٢٧٠ س عندما تبلغ أشدها . لكن بسبب عدم وجود جو حقيقي فيه . تكون الليالي قارسة البرودة . لا يمكن أن يوجد على سطح عطارد أي نوع معروف من أنواع الحياة .

المسبار مارينر ١٠

أولى المعلومات الدقيقة عن سطح عطارد وردت عام ١٩٧٤ من رحلة مارينر ١٠



(١٢) - تظهر في منطقة أخرى من عطارد أرجاء تكثر فيها الفوهات والفوهات . أحد المعالم التي تثير الاهتمام وادي الفوهات في أعلى اليسار . وهو يشبه الكثير من سلاسل الفوهات على سطح القمر .



(١٣) - في هذه الصورة المأخوذة من مارينر ١٠ ، يبدو الشبه واضحاً بين عطارد والقمر . لبعض الفوهات قمم في وسطها . وجميع الفوهات دائرية أساساً . مع أنها تبدو هنا أهليجية الشكل بسبب التشويه .

ناجمة عن موجات صدمية أحدثها حوض الحرارة عند تكوّنه . يبلغ طول هذا الحوض ١٣٠٠ كلم . وهو واقع تماماً بمقابل هذه المنطقة .

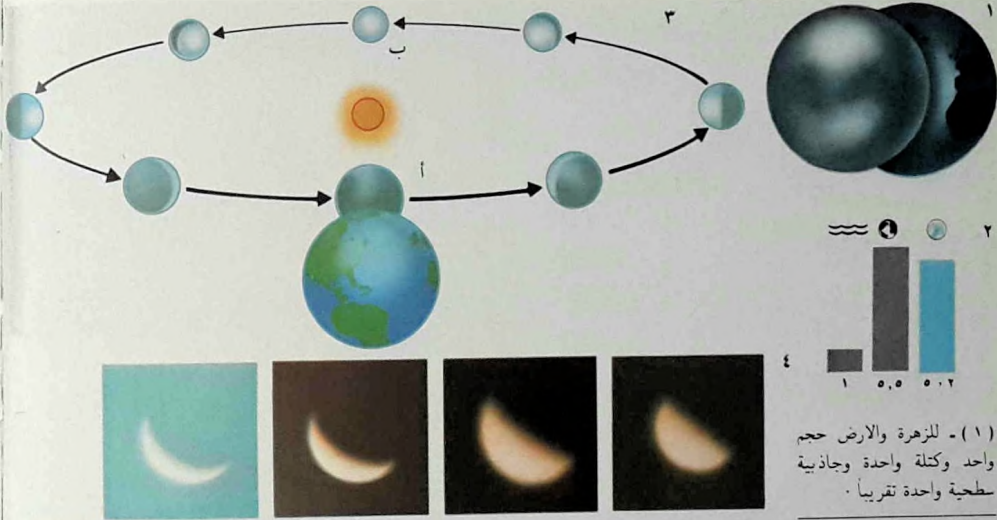
الزهرة

سطحها الحقيقي . متوسط بعدها عن الشمس
١٠٨٢٠٠٠٠ كلم . وهو بعد ثابت عملياً . لأن
مدارها دائري أكثر من مدار أي سيار آخر .
مدة دورانها حول الشمس ٢٢٤.٧ يوماً .

رصد الزهرة من الأرض

تبدو الزهرة للعين المجردة جرمًا رائعاً
وأكثر تألقاً من أي جرم سماوي آخر . ما عدا
الشمس والقمر . ولهذا سُميت بأسم ربة

الزهرة . وهي السيار الثاني من حيث
البعد عن الشمس . تبلغ حجم الأرض تقريباً .
وأكثر من ٨٠٪ من كتلتها (٢.١) . كما
أنها ليست خالية من الجو . بل يغمرها جو
كثيف قائم من الغيوم يحول دائماً دون رؤية



(١) - للزهرة والأرض حجم واحد وكتلة واحدة وجاذبية سطحية واحدة تقريباً .

(٥) - أعطى ماريشر ١٠ في هذه الصور الثلاث التي أخذت في شهر فبراير عام ١٩٧٤ أول دليل بصري قاطع فعلاً على دوران الغيوم العليا للزهرة في مدة أربعة أيام . تظهر أشكال الغيوم بوضوح (ويدل السهم على المنطقة ذاتها من الزهرة) . أخذت أولى هذه الصور في ٢ فبراير الساعة صفر ، والثانية الساعة ٧ ، والثالثة الساعة ١٤ (لاحظ

(٦) - يحدث عبور الزهرة أمام الشمس . كما يرى من الأرض . في مدى ثمانين سنوات . يظهر الرسم البياني طرق عبور الزهرة للأعوام ١٧٦١ - ٩ ، و ١٨٧٤ - ٨٢ ، و ٢٠٠٤ - ١٢ .

(٤) - يتغير القطر الظاهر للزهرة بالنسبة إلى أوجها . يكون على أقله في الاقتران الأعلى لأن السيار يكون عندئذ كاملاً وفي الجهة النائية من الشمس وأبعد ما يكون عن الأرض . يزداد القطر الظاهر عندما يتقلص الوجه . كما يبدو ذلك في هذه الصور التي أخذت بواسطة مرآب عاكس قطره ٣٠ سم .

(٢) - كثافة الزهرة أقل من كثافة الأرض . لكن قد يكون قلبها أثقل من قلب الأرض .

(٣) - تكون الزهرة في أقصى تألقها عندما تكون هلالاً . لا يمكن ان ترى قطعاً عندما تكون في أولها (أ) (الا عند العبور) . أما حين تكون في الاقتران الأعلى وعند اكتمالها (ب) . فتكون في الجهة النائية من الشمس .

إحداهما ، يغطّي الماء سطحه الى حد بعيد . ومن الممكن أن تكون أشكال حياة بدائية قد ظهرت عليه . كما حدث ذلك على الأرض منذ آلاف ملايين السنين ؛ وفي الأخرى ، اعتبرت الزهرة صحراء من الغبار القاحل حرها لافح .

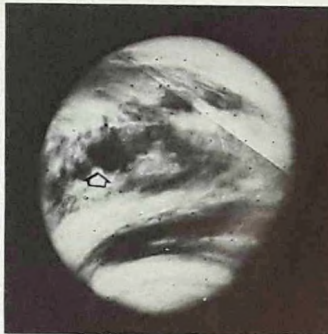
Digitized by Ahmed Barod

معلومات من المسابير الأولى

بدأ عهد المسابير عام ١٩٦٢ . عندما مرّ

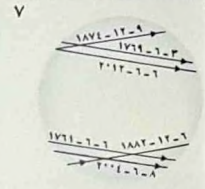
الجمال فينوس . غير أنها تبدو . بالمرقب . مخيبة للآمل . وليس مدهشاً أنها كثيراً ما كانت تدعى . لسنوات قليلة خلت ، « السيار الغامض » (٤) .

تجمعت في الثلاثينات بعض المعلومات الأكيدة عنها . فقد ثبت أن جو الزهرة مؤلف بنسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون . الذي يقوم بدور « دثار » يحتجز حرارة الشمس ؛ وتكوّنت عن هذا السيار فكرتان ؛ في



السوداء بعد) تظهر في هذه الصورة أشكال مختلفة التقطت بواسطة الرادار (أ) . وهي تغطي مساحة من منطقة السيار القطبية مشار إليها بالدائرة (ب) للفوهات أهمية خاصة . فهي تبدو أقل عمقا بكثير من فوهات المريخ أو عطارد .

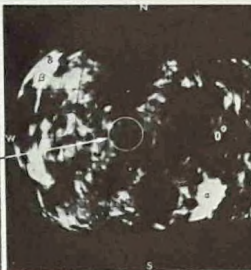
(٩) . لا يمكن الكشف عن فوهات الزهرة الا بواسطة الرادار . والطبقات الكثيفة من الغيوم المتألقة تجعل مراقبة أشكال السطح بالمرقب مستحيلة . السى الآن لم يدرس بالتفصيل الا جزء صغير من السيار كما يظهر هنا (لم تحلل الرقعة



ليست كظل الأرض على القمر . وسبها غير معروف على وجه اليقين . ينظر إليها بعض الثقاة كنتيجة للتباين . ويعتقد غيرهم أنها ناجمة عن ظاهرات كهربائية في جو السيار الأعلى . ليس من السهل رؤيتها . لكن بعض الدارسين الجوين للزهرة قد رأوها وسجلوها للمرة الأولى عام ١٧٩٠ (الرسم هنا مبالغ فيه) .

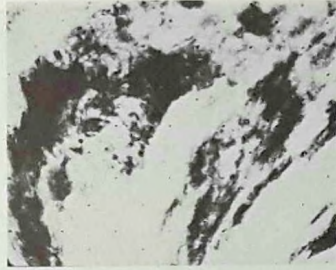
(٧) - عندما تدخل الزهرة في الزوال . يبدو أنها ترسم وراءها رقعة من السواد (القرص الأسود) وهي أثر يحدثه جو السيار . لا تزول الرقعة الا عندما يكون السيار في داخل قرص الشمس .

(٨) - ضوء أشن هو رقعة ضعيفة الاشراف تظهر في الجانب المظلم من الزهرة عندما تكون هلالاً . أنها



عكسي . أي من الشرق الى الغرب بدلاً من أن تدور من الغرب الى الشرق . كالأرض وأكثر السيارات الأخرى . لذلك تبدو الشمس لمراقب على سطح الزهرة تشرق من الغرب وتغرب في الشرق . مع ان دثار الجو الغائم يحجب في الواقع السماء كلياً .
في أعقاب مارينر ٢ . توصل الاتحاد السوفيتي . بواسطة مظلات واقية . إلى انزال مسابير اوتوماتيكية مختلفة برفق على سطح

المسبار الامريكي مارينر ٢ بالقرب من الزهرة وأرسل معلومات تثبت أن السطح ذو حرارة مفرطة . تبين أيضاً أن مدة الدوران المحوري بطيئة - حوالي ٢٤٣ يوماً أرضياً - وهي أطول من مدة الطواف حول الشمس البالغة ٢٢٤.٧ يوماً . لذلك يكون « النهار » على الزهرة أطول من « السنة » . مما يعطي تقويماً غريباً .
ثبت الآن أن الزهرة تدور باتجاه



(١٢) - في شهر اكتوبر عام ١٩٧٥ . أحرز الاتحاد السوفياتي انتصاراً باهراً عندما هبط مسبار فينيكس ٩ برفق على الزهرة . وأرسل صورة . أظهرت هذه الصورة مشهداً تغطي الصخور . يرى جزء من المسبار في أسفل الصورة .
(١٣) - رسم الزهرة هذا . وهو بريشة أ . دولفوس في مرصد بيك دي ميدي . أكثر مما توحى به أية صورة مأخوذة من



(١٠) - أخذت هذه الصورة للزهرة من مارينر ١٠ . تظهر بوضوح فيها مناطق النور والظلمة التي تغطي الزهرة تألفها .
(١١) - تختلف الأحوال الجوية للزهرة في المنطقة الاستوائية عنها في القطبين . أخذت هذه الصورة من مارينر ١٠ .



الزهرة . من خلال الجو الكثيف . فسجلت حرارة تبلغ ما يقرب من ٢٥٠ س (١٠٠٠ ف) وضغطاً على السطح يبلغ تقريباً ١٠٠ ضعف الضغط على الأرض بمستوى البحر . من الولايات المتحدة . انطلق مارينر ١٠ . ماراً بجانب الزهرة مرة واحدة في شهر فبراير عام ١٩٧٤ وأرسل أولى الصور لقمة الطبقة الغيمية . لكن هدفه الرئيسي كان عطارده السيار الأبعد . مع ذلك جاءت الصور

ارسال الصور

جاءت الخطوة الثانية الكبرى في شهر اكتوبر عام ١٩٧٥ . عندما هبط مسباران سوفيتيان . فينيرا ٩ وفينيرا ١٠ . هبوطاً موحهاً توجيهاً محكماً على السطح وارسلوا صوراً . كانت الصور ترسل بواسطة القسمين الدوارين من المسبارين اللذين ظلا يدوران حول الزهرة بارتفاع ١٥٠٠ كلم تقريباً . من المدهش أن يكون سطح الزهرة مغطى بصخور ملساء . قطر أكثرها متر واحد تقريباً (١٢) . كان هناك نور بوفرة - يبلغ تقريباً . حسب الوصف الروسي . مبلغ النور ظهراً في نهار روسي صيفي غائم - حتى أن المسبارين لم يحتاجا الى استخدام الضوء الغامر . كذلك لم يكن الجو يكسر الضوء بحدّة . كما كان متوقعاً . فكانت جميع تفاصيل المنظر واضحة المعالم . سجلت حرارة تبلغ ٤٨٥ س . وظهر أن الضغط يبلغ ٩٠ ضعفا الضغط الأرضي . كما تبين أن طبقة الغيوم تنتهي على ارتفاع ما يقرب من ٣٠ كلم . خطأ كثيراً الذين ظنوا في ما مضى أن الزهرة عالم ودي مضياف . فبسبب جوه المؤلف من ثاني اكسيد الكربون وغيومه المؤلفة من الحامض الكبريتي وحرارته المفرطة يبدو بالعكس عدواً لدوداً للإنسان .

الارض . لكن تفاصيل السطح غامضة الى درجة يصعب معها رسمها بأمانة ودقة . كما ان اشكال الغيوم تتغير بسرعة .



الارض . لكن تفاصيل السطح غامضة الى درجة يصعب معها رسمها بأمانة ودقة . كما ان اشكال الغيوم تتغير بسرعة .



الأرض

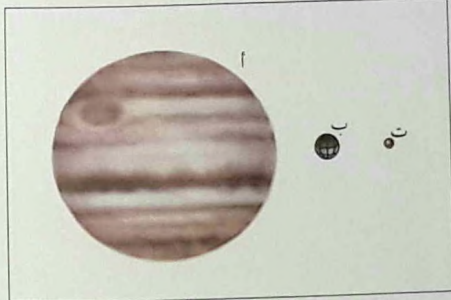
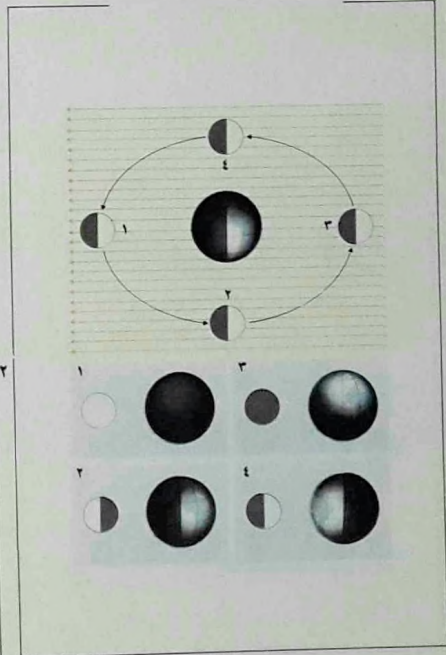
عندما تقارن الأرض بجيرانها من السيارات تظهر في آن واحد اختلافات بارزة وأوجه شبه واضحة . مما لا شك فيه ان ما يميز الأرض عن أي من السيارات الأخرى هو انها تتمتع بجو غني بالأكسجين ودرجة حرارة خاصة يسمحان بظهور الحياة عليها . فلو كانت الأرض أقرب قليلا الى الشمس او ابعد قليلا عنها ، لما كانت الحياة قد ظهرت عليها .

الأرض اكبر عضو في مجموعة السيارات الداخلية واكثرها تماسكا . الفرق في الحجم والكتلة بين الأرض والزهرة طفيف (تبلغ النسبة ١ الى ٠.٨٢) . لكن المريخ اصغر منها بكثير . وعطارد اقرب الى القمر منه الى الأرض .



الناظر إليها من القمر في وجهها الأول . وعندما يكون القمر في وجهه الأول (٢) . يرى المراقب القمري الأرض بدرا . تحت الرسم البياني الرئيسي ترى الوجوه المختلفة للقمر (الى اليسار) وللأرض (١ - ٤) .

(١) - تظهر الأرض من الفضاء ذات وجوه كما يبدو لنا القمر . التقط هذه الصور الخمس (أ) قمر اصطناعي خلال مدة ١٢ ساعة . في (ب) وجوه الأرض كما ترى من القمر . من وجهة النظر هذه . يمكن الافتراض ان الأرض ثابتة وان القمر يدور حولها في مدة ٢٧.٣ يوما . فعندما يشاهد القمر بدرا من الأرض (١) . يشاهدها



الغلاف الجوي البيئوي

ما يسمى بالغلاف الجوي البيئوي (الايكوسفير) (٤). او المنطقة التي يحدث فيها الاشعاع الشمسي احوالا وظروفا مناسبة للحياة من النوع الارضي. يمتد بالضبط من داخل مدار الزهرة الى مدار المريخ. حتى حوالى عام ١٩٦٠. كان الاعتقاد سائدا بأن حياة من هذا النوع قد تكون موجودة في اي مكان من هذه المنطقة

بأكملها. لم يعم القول بأن حياة ارضية متطورة لا تنمو الا في داخل منطقة معينة محدودة. الا بعد عام ١٩٦٧. عندما تبين ان حرارة سطح الزهرة تصل الى ٤٨٥ س (٩٠٠ ف).

هناك شرط اساسي آخر لظهور الحياة. هو وجود جو لا يمكن الكائنات الحية من التنفس فحسب. بل يقي السيار ايضا من الاشعاعات الفتاكة ذات الموجات القصيرة



السيارات. وعطارد اصغرها. الأرض متوسطة في حجمها. ولكنها اقرب ما تكون شها بعطارد. الأرض في الواقع اكبر السيارات المسماة ارضية. وهي عطارد والزهرة والأرض والمريخ وبلوتو، ولكنها اصغر بكثير من اصغر السيارات العملاقة (اورانوس).



(٣) - ارسل ابولو ١٠ هذه الصور في شهر مايو ١٩٦٩. كان ثاني مركبة تحمل بشرا حول القمر. في هذه الصور تأخذ الارض في الظهور للمركبة الفضائية الآتية من وراء ناحية القمر النائية التي لا يمكن ان ترى منها الارض مطلقا. في الصورة الاولى يظهر الافق القمري بوضوح. ليس هناك جو قمري يحدث ادنى ضبابية او تحريف. لاحظ وجوه الأرض المتغيرة.

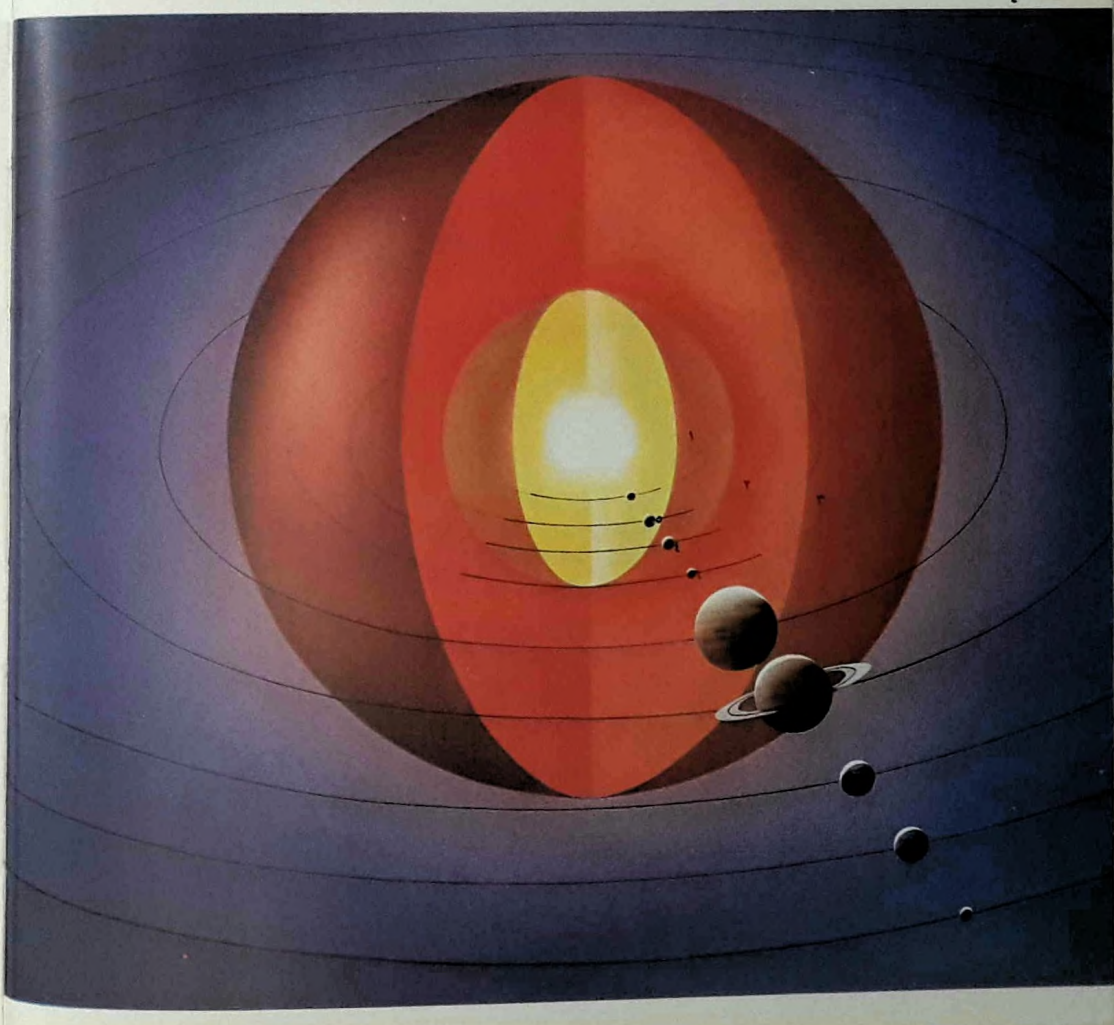
عطارد والزهرة مختلف كل الاختلاف ،
فالمدتان هما ٥٨.٧ يوما للأول و ٢٤٣ يوما
للتاني . مما يؤدي الى " تقويمين " خاصين
غريبيين . كذلك لوكانت الارض تدور على
محورها ببطء ، لنجتمت عن ذلك احوال
مفاجئة غير مألوفة ومعادية للحياة .

حقل الارض المغنطيسي

لقلب الارض الثقيل الغني بالحديد علاقة

الآتية من الفضاء . لا يهدد سطح الارض
خطر من هذا النوع . لأن الطبقات العليا من
الجو الارضي تصد الاشعاعات .

هناك ايضا قضية الحرارة . التي لا تتعلق
فقط ببعد السيار عن الشمس او بتركيب
جوه . بل بمدة الدوران المحوري ايضا .
فالارض تدور على محورها دورة كل ٢٤
ساعة تقريبا . ولا تفوقها مدة دوران المريخ
سوى ٣٧ دقيقة . غير ان الوضع مع السيارات



مغناطيسي . فيكون حتما ضعيفاً جداً . قد يصح ذلك أيضاً في المريخ . لكن لعطارد حقلاً ملحوظاً وغلافاً مشحوناً بالمغناطيس .

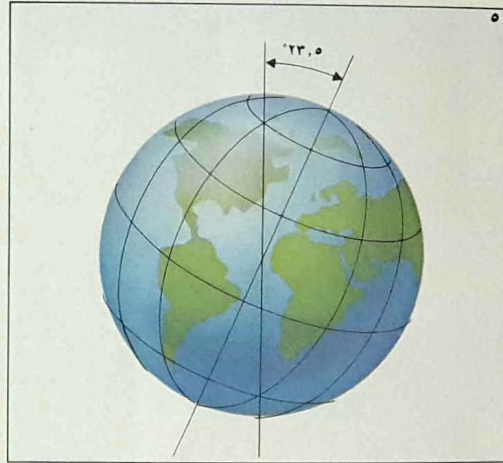
السيار الرطب

الأرض فريدة أيضاً من حيث أن سطحها تغمره المياه إلى حد بعيد . وهذا ما يجعل سطحها اليابس . بالرغم من أنها أكبر السيارات الداخلية الأربعة . اضيّق بكثير من سطح الزهرة ومساويها لسطح المريخ . لا يمكن أن توجد بحار على المريخ حتى ولا بحيرات . وذلك بسبب الضغط الجوي المنخفض . وبدون شك لا يوجد شيء من ذلك على القمر وعطارد اللذين يمكن اعتبارهما بدون جوٍّ على الإطلاق .

بما أن للأرض هذا الوضع الفريد والممتاز إلى هذا الحد . قام من يقترح أحياناً بأنها تكونت بشكل مخالف لتكوين السيارات الأخرى . لكن الأمر على غير ذلك بدون ريب . فعمر الأرض . كما يقاس بطرائق النشاط الإشعاعي . يبلغ تقريباً ٤٦٠٠ مليون سنة . وقد بينت دراسات الصخور القمرية أن عمر القمر هو كذلك . وليس من سبيل للشك في أن الأرض وأعضاء النظام الشمسي الأخرى قد تكونت جميعها من السديم الشمسي بالطريقة ذاتها وفي الوقت ذاته تقريباً .

ما ميّز الأرض عن سواها هو موقعها في وسط الغلاف الجوي البيئي وحجمها والجو الخاص بها . فليس من سيارٍ آخر في النظام الشمسي يستطيع الإنسان أن يعيش عليه إلا إذا أوجدت فيه أحوال وظروف اصطناعية .

بالحقل المغناطيسي . هنا أيضاً . إذا أجرينا مقارنة بينها وبين السيارات الأخرى . رأينا الزهرة تثير مرة ثانية بعض المشكلات . فنظراً إلى حجمها وكتلتها الشبهين بحجم الأرض وكتلتها . كان من المتوقع أن يكون لها قلب من النوع ذاته وبالتالي حقل مغناطيسي لا يستهان به . لكن المسابير الفضائية فشلت حتى الآن في اكتشاف أية مغناطيسية فيها . بل تأكد الآن أنه حتى إذا وجد فيها حقل



(٤) - يبين هذا الرسم البياني الغلاف الجوي البيئي (الايكوسفير) . أي المنطقة المحيطة بالشمس التي يكون فيها سيار على درجة حرارة تجعل الحياة ممكنة .

(٥) - بافتراض أن السيار من نوع الأرض . المنطقة الداخلية الصفراء (١) مفرطة الحرارة . وراءها توجد الايكوسفير (٢) (اللون البرتقالي) ووراء هذه (٣) المنطقة التي تكون فيها درجة الحرارة

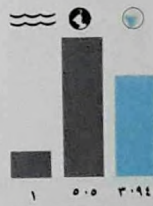
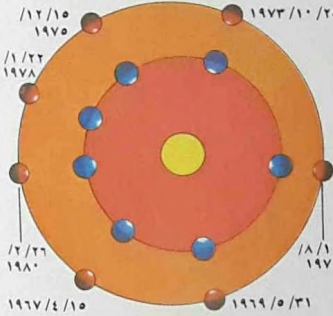
شديدة الانخفاض . تقع الأرض (٤) في وسط الايكوسفير وتقع الزهرة (٥) في الطرف الداخلي منه والمريخ (٦) في الطرف الخارجي .

(٥) - محور الأرض مائل عن الخط المتعامد مع السوي المداري . وهذا ما يحدث الفصول . ليس لاختلاف مسافات الأرض عن الشمس سوى تأثير طفيف .

المريخ

تلاشى . فليس هناك من سكان على المريخ ،
ويبدو أن الحياة الأكثر تقدماً التي يمكن أن
يحتويها هذا السيار قد لا تكون موجودة سوى
في مادة عضوية بدائية جداً ، ومن الأرجح أن
السيار قاحل . بالرغم من ذلك ، فالمريخ
أقرب العوالم الأخرى المعروفة الى الأرض ، ولا
بد أن يكون هذا الكوكب أول هدف بعد
القمر لمسبار فضائي مأهول .
بالمركب ، يبدو المريخ قرصاً أحمر ، ذا

يثير المريخ ، أول سيار وراء الأرض في
النظام الشمسي ، اهتماماً خاصاً لدى الانسان .
في القسم الاول من هذا القرن . كان الكثيرون
من علماء الفلك يعتقدون بوجود حضارة
متقدمة على المريخ ، لكن هذا الاعتقاد قد



(١) - يتألف جو المريخ من
غيوم « بيضاء » مرتفعة ، وفي
النادر من غيوم غبار واسعة
الانتشار . تظهر هذه الرسوم
الأربعة المريخ مأخوذاً من
خلال مرشحات مختلفة
الألوان . نرى في (أ) منطقة
الغيوم التي تتكون كل صيف
فوق سرتيس ماجور . وتظهر
(ب) و (ت) و (ث)
هذه المنطقة الى السيار تغطيها
الغيمة ذاتها . أما المنطقة
الساطرة الى اليمين فهي
أليزيوم .

(٢) - تبلغ مساحة سطح
المريخ ٢٨٪ من مساحة سطح
الأرض . ويبلغ قطره حوالي
٦٧٩٠ كلم . وهو أطول بقليل
من نصف قطر الأرض
ويساوي ضعف قطر القمر
على التقريب . أما كتلته . فلا
تعدى عشر كتلة الأرض .

الشمس والأرض والمريخ حسب
الترتيب الظاهر هنا . يستغرق
المريخ ٦٨٧ يوماً أرضياً ليكمل
دورة واحدة حول الشمس ،
وهذا يعني أنه يكون في

ملحوظ . ولربما ليس له نواة
ثقيلة .

(٤) - يقال ان المريخ « في
مقابلة » . عندما تكون

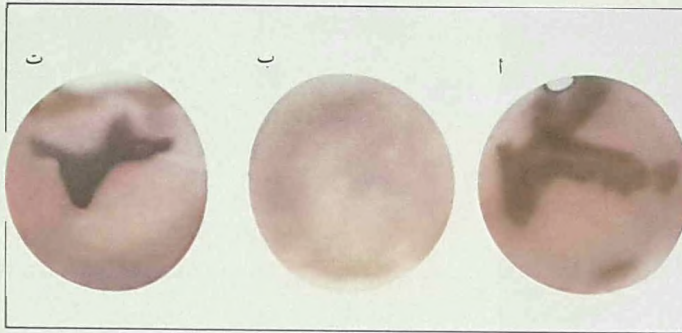
باتجاه الشمس عند مروره بالحضيض الشمسي .
على خط الاستواء قد ترتفع درجة الحرارة
ظهراً في منتصف الصيف الى أكثر من ١٦
سنتيغراد (٦٠ ف) ، أما الليالي ، فبردها
قارس جداً ، لأن الجو المتخلخل لا يستطيع
الاحتفاظ بالحرارة . مع ذلك ، ما من ريب
في أن المريخ ليس جرمًا من جليد .

جو المريخ

لما كان المريخ أقل كثافة من الأرض

قلنسوتين بيضاوين على قطبيه وبقع قاتمة
بارزة ثابتة على سطحه (٩) . يبلغ متوسط
بعده عن الشمس ٢٢٨ مليون كيلو متر . قوام
السنة المريخية ٦٨٧ يوماً أرضياً ويومها
٢٤ س و ٣٧ د .

لا يزيد ميل المريخ المحوري الا قليلاً عن
ميل محور الأرض . بحيث أن الفصول هي
من النوع الاساسي ذاته ولكنها اطول بكثير .
المريخ ، كالارض ، يدير قطبه الجنوبي



تحتويان على جليد مائي .

(٦) - كانت عاصفة الغبار
التي هبت عام ١٩٧١ أعنف
العواصف التي لوحظت حتى
الآن . (أ) ٢٠ سبتمبر
١٩٧١ : قبل العاصفة . القبع
القائمة تُرى بوضوح : (ب)
١٢ أكتوبر ١٩٧١ : يغطي
الغبار السيار وقد اقترب
مارينر ٩ من المريخ خلال
هذه المدة : (ت) ٨ فبراير
١٩٧٢ : انقشع الغبار وعادت
أبرز أشكال السطح الى
الظهور .

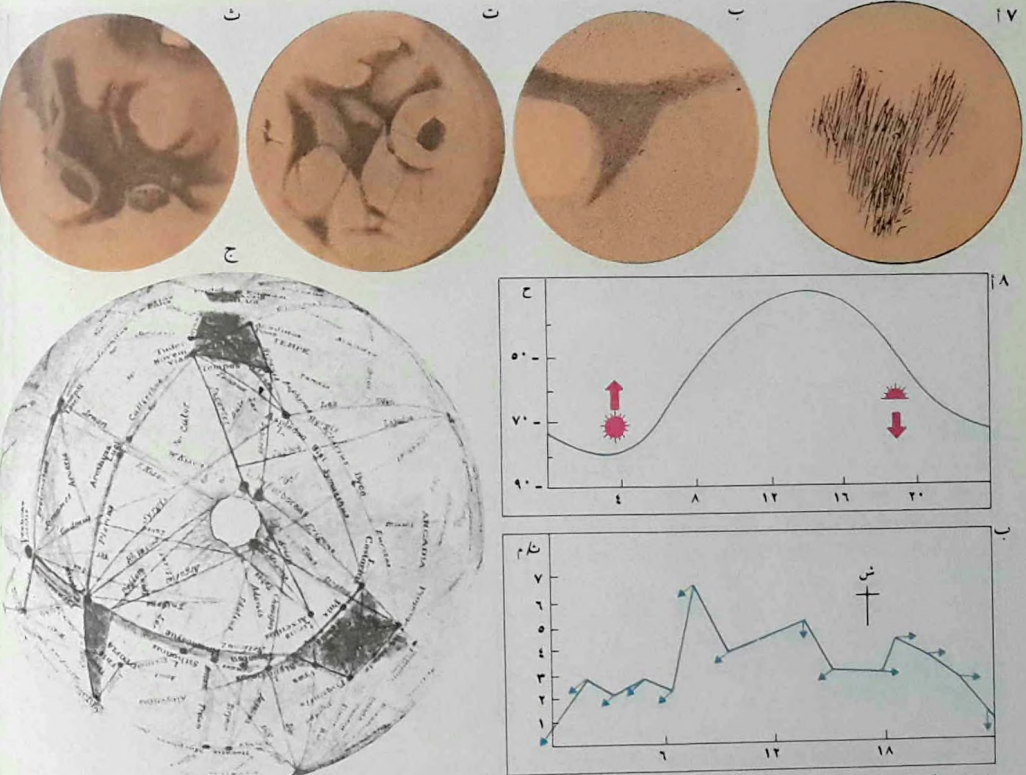
المريخ قد أتم تقريباً دورة
واحدة ، وبعد ٧٨٠ يوماً ،
يصبح السياران في مقابلة من
جديد (ث) .

(٥) - أظهرت مراقبات
المريخ التي تمت عام ١٩٧٢
شريطاً محيطياً واضح المعالم
(أ) على حافة القلنسوتين
القطبيتين الأخذتين بالانحسار
(من ب الى ج) - عزا
جيراردي فوكولور عام ١٩٣٩
الانحسار الى تبخر الماء ، وهو
ما قد يدل على وجود
نباتات - غير أن فكرة
النباتات لم تعد مقبولة اليوم ،
مع أن القلنسوتين القطبيتين

مقابلة مرة كل ٧٨٠ يوماً
تقريباً . كما يبدو في (ج) .
حدثت مقابلات في الأعوام
١٩٦٧ و ١٩٦٩ و ١٩٧١
و ١٩٧٣ و ١٩٧٥ و ١٩٧٨ .
وستكون المقابلة المقبلة في
فبراير عام ١٩٨٠ . تبدأ سلسلة
الرسوم (أ - ث) حينما
كانت الأرض متقابلة مع
المريخ . فعندما يكون المريخ
قد بلغ الوضع (أ) ، تكون
الأرض قد انتقلت الى الوضع
٢ ، وعندما تكون الأرض قد
أتمت دورة كاملة (ب) ،
يكون المريخ قد أتم أكثر
بقليل من نصف دورة ،
وعندما تكون الأرض قد أتمت
١.٥ دورة (ت) ، يكون

ليس بإمكان أي كائن أرضي حي متقدم أن يعيش هناك بدون حماية خاصة .
لا يوجد اليوم ماء سائل على سطح المريخ . غير أن القلنسوتين القطبيتين مكونتان في الدرجة الأولى من الجليد القليل من ثاني أكسيد الكربون (الجليد الناشف) . يتغير حجم القلنسوتين تبعاً للفصل المريخي ، وتبلغان في أقصى امتدادهما مساحة تمكن من رؤيتهما بمقرّب صغير (٥) .

وأصغر منها بكثير (لا يتجاوز قطره ٦٧٩٠ كلم) . كانت سرعة الافلات منه (أي السرعة التي يجب على جسم أن يبلغها للتغلب على الجاذبية) منخفضة لا تتعدى ٥ كلم في الثانية . وهذا ما يفسر عدم كثافة جوه .
العنصر الرئيسي الذي يشكل هذا الجو أصبح معروفاً الآن . وهو ثاني أكسيد الكربون (٩٥ ٪) . والضغط البارومتري في مستوى السطح أقل من ١٠ مليبارات . بناء على ذلك



يوهان شروتر (١٧٤٦ - ١٨١٦) عام ١٨٠٠ . يرى أيضاً سرتيس ماجور . ولكن بشكل أوضح . في رسم شيا بارلي (ت) . تظهر شبكة القنوات الشهيرة . أما (م . اتونبادي ، الذي استعمل مرقباً كاسراً ذا قطر يبلغ ٨٢ سم .

(٧) - في هذه الرسوم الخمسة نرى مراحل مختلفة من استكشاف المريخ بالمرقب . في الرسم الاول (أ) . الذي وضعه كريستيان هويغنز عام ١٦٥٩ . لا يرى الا سرتيس ماجور . في الرسم (ب) . الذي وضعه المراقب الرائد

خرائط المريخ الأولى

كان أول رسم تظهر فيه علامات على سطح المريخ من صنع الفلكي الهولندي كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) عام ١٦٥٩ (٧ - أ) . يمثل هذا الرسم المنطقة ذات الشكل ٧ المسماة اليوم سرتيس ماجور بلانيتيا . مع كثير من المبالغة .
العالم الفلكي الذي دشن عام ١٨٧٧ ما يمكن ان يسمى بالفترة الحديثة للبحث



المرقبى هو جيوفاني شيابارلي (١٨٣٥ - ١٩١٠) . وذلك بمراقبته للمريخ عندما كان في الحضيض الشمسي وفي المقابلة . وهو وضع ممتاز للمراقبة .

راقب شيابارلي المريخ من ميلانو ورسم خريطة فاقت كل ما جاء قبلها (٧ - ت) . بين على هذه الخريطة الاشكال المستقيمة التي تبدو اصطناعية والتي سماها القنوات . فأصبحت منذ ذلك الحين تعرف بقنوات المريخ . جاء من يقول أن هذه الاشكال هي مجاري مياه اصطناعية . بناها سكان المريخ بمثابة شبكة ري واسعة النطاق . كان الماء . وفقاً لهذه النظرية المثيرة . يُجرّ من القلنسيين القطبيين .

بقي شيابارلي ذاته منفتح الذهن امام مثل هذه الآراء . لكن الفلكي الامريكي بريسفال لويل (١٨٥٥ - ١٩١٦) منشىء مرصد لويل في فلاغستاف بأريزونا بالولايات المتحدة كان مقتنعاً اقتناعاً تاماً بأن على المريخ حضارة متقدمة جداً .

سطح المريخ

لمعظم مناطق سطح المريخ لون المغرة الضاربة الى الحمرة . تسمى هذه المناطق عادة صحارى . وبالرغم من عدم الشبه بين هذه الصحارى والصحارى الارضية كالصحراء الكبرى . قد تكون التسمية مصيبة . فعواصف الغبار في هذه المناطق ليست نادرة . وفي جو السيار رياح (٦) .

مع أن « القنوات » المريخية غير موجودة بالفعل . فقد بينت مسابير فايكنغ أنه من الممكن ان تكون المياه قد جرت في الماضي بغزارة على سطح المريخ .

فلم يكن مؤمناً بالقنوات . لكن رسمه (ث) جاء دقيقاً للغاية . أخيراً الرسم الذي وضعه بريسفال لويل حوالى عام ١٩٠٥ (ج) .

(٨) - قاس فايكنغ ١ بدقة درجة الحرارة وسرعة الرياح على سطح المريخ في منطقة كرايز بلانيتيا . تبين من تلك القياسات ان مدى حرارة النهار يفوق ٧٠°س (أ) وان الحرارة القصوى التي سجلت خلال يوم مريخي بقيت

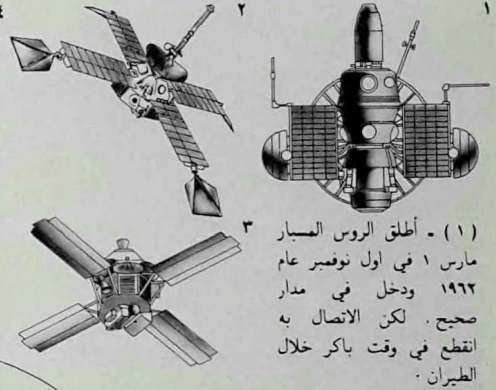
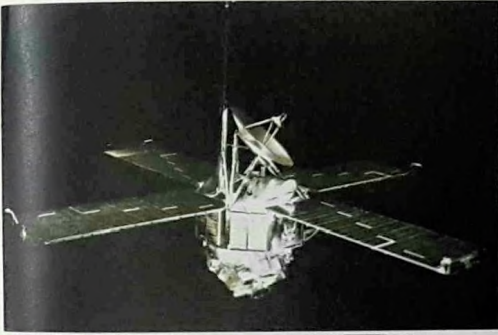
(٩) - صور فايكنغ ١ براكين المريخ . وهي ثلاثة في جبال تاريسيس . بالإضافة الى جبل الاولب . ألقتت الصورة عن بعد ٥٦٠٠٠٠ كلم .

الرحلات الى المريخ

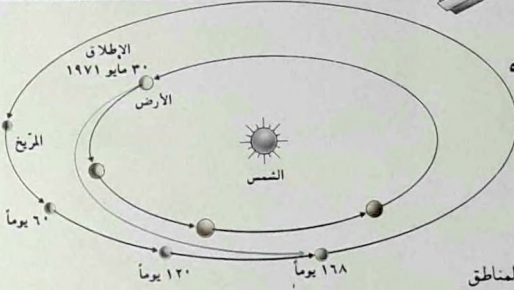
باتجاهه (١) . فأخفقوا لأن الاتصال من الارض بالمركبة الفضائية انقطع في مرحلة مبكرة نسبياً . ولم يكن بالامكان اعادته . لكن المسبار الامريكى مارينر ٤ مرّ بالقرب من المريخ (٢) . وأرسل الى الارض أولى المعلومات المفصلة عن هذا السيار .

نتائج برنامج مارينر
تبين أن جو المريخ أرق مما كان

المريخ جرم صغير نسبياً . ومن الممكن مراقبته من الارض بدقة خلال بضعة شهور فقط مرة كل سنتين تقريباً . كانت معرفة الانسان بالمريخ ناقصة . قام الروس عام ١٩٦٢ بأول محاولة لارسال مسبار



(١) - أطلق الروس المسبار مارس ١ في اول نوفمبر عام ١٩٦٢ ودخل في مدار صحيح . لكن الاتصال به انقطع في وقت باكر خلال الطيران .



اليوم . مركبة معقدة . لقد عملت الكاميرات . التي كانت تدار من الارض . مدة اطول مما كان مخططاً لحياة المسبار نفسه . لم تتعطل ادارتها من الارض الا في اكتوبر عام ١٩٧٢ . عندما نفدت الغازات من المحركات الثفائة . قام مارينر ٩ بقياس درجات الحرارة . وتحليل الجو المريخي والتقاط صور مذهلة مكنت علماء الفلك من اعداد خرائط دقيقة . وقد صور ايضاً تابعي المريخ .

(٥) - وصل مارينر ٩ الى المريخ في شهر نوفمبر عام ١٩٧١ . بعد انطلاقه في شهر

درس مارينر ٦ المناطق الاستوائية . بينما شملت دراسة مارينر ٧ القطب الجنوبي . تمت عملية تصوير فوتوغرافي واسعة النطاق . وقام الاثنان بدراسات قيمة عن الجو .

(٤) - كان مارينر ٩ . وهو انجح مسبار للمريخ حتى

(٢) - كان اول مسبار مريخي ناجح مارينر ٤ الامريكى . الذي اطلق عام ١٩٦٤ . وقد أرسل أولى الصور عن فوهات السيار .

(٣) - مر بالمريخ مارينر ٦ في يوليو عام ١٩٦٩ وأرسل معلومات مفصلة . مرّ به ايضاً مارينر ٧ بعد ثمانية أيام .



كانت هذه الفوهات كبيرة ولبعضها قمم مركزية شبيهة بقمم القمر .

خلال صيف ١٩٦٩ ، وبعد ان حط نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين على سطح القمر بأيام قليلة في ابولو ١١ ، أرسل الى المريخ المسباران الامريكيان مارينر ٦ (٢) ومارينر ٧ ، فراقبا مجدداً الفوهات والمناطق الجبلية . لم تقم المسابير مارينر الثلاثة هذه الا بتحليق فوق المريخ ، ثم تابعت سيرها الى

متوقعا ، فبدلاً من ان يكون مكوناً من الأوزوت تحت ضغط ٨٥ مليباراً على السطح ، كما كان مظنوناً ، ثبت انه مكون في الدرجة الاولى من ثاني اكسيد الكربون . وأن الضغط دون ١٠ مليبارات . وهذا ما اضعف فجأة امكانية وجود أي نوع فيه من انواع الحياة المتطورة . لكن اكثر ما اثار الدهشة اكتشاف فوهات براكين على سطحه تشبه ظاهراً الفوهات الموجودة على سطح القمر . فقد



للمسبار بعد ان دخل مساراً قريباً حول السيار .

(٧) - أطلق مسبار فايكنغ الاول والثاني في صيف ١٩٧٥ ليهبطا برفق على سطح المريخ في منتصف عام ١٩٧٦ . بدأت الخطوات المبرمجة للاستكشاف بهبوط المسبار الاول في منطقة كرايز والثاني في يوتوبيا . يتألف كل مسبار من قسمين ، مداري وهابط . فعندما تصبح

العربة المزدوجة في مسارها حول المريخ (١) ، ينفصل الهابط عن المداري (٢) ، ثم يدخل في جو السيار ويبدأ هبوطه على سطحه . على ارتفاع منخفض نسبياً تنفتح المظلة الواقية الرئيسية (٣) . بعدئذ ينفصل الهابط عن المظلة (٤) ويتابع هبوطه بفعل قوته الخاصة التي تتوقف عن العمل على علو ١٥

متراً تقريباً فوق السطح . فيسقط المسبار برفق في الموقع المختار (٥) . خلال الهبوط . يتم تحليل طبيعة الجو المريخي . في غضون ذلك ، يظل المداري في مسار قريب حول المريخ ويقوم بدور المحطة الناقلة للمعلومات الواردة من الهابط . (٨) - كشفت الصور الملونة التي التقطها فايكنغ ١ للمريخ عن مواد حمراء برتقالية تغطي القسم الاكبر من السطح (الى أسفل اليمين) . قد تكون المواد المائلة الى الاحمرار من الليومينيت وأكسيد الحديد المائي . للسماء لون محمر . وربما كان ذلك ناجماً عن تغشّر الضوء وانعكاسه بسبب جسيمات الغبار المنتشرة في الجو .



مايو . سار في مدار انتقالي مستخدماً الجاذبية الشمسية . لقد سُرّع هذا المسبار من الارض . فانطلق في الفضاء . متوجها للقاء السيار المنشود . (٦) - فيما كان مارينر ٩ يقترب من المريخ . مر بجانب التابعين المريخيين والتقط صوراً لهما . يرى هنا مدارهما مع المدار الاهليجي

الفضائية براكين يشبه شكلها شكل براكين
هاواي الأرضية . غير انها اكبر منها بكثير .

مسابير فايكنغ تبحث عن الحياة

لكن هل يتوقع العثور على احد اشكال
الحياة في هذه الاصقاع الباردة القاسية ؟
لمعرفة ذلك أرسل الامريكيون مسباري
فايكنغ . دخل الاول في مدار الكوكب في
١٩ يونيو ١٩٧٦ ، والثاني في ٧ اغسطس عام

مدار حول الشمس . اما مارينر ٨ ومارينر
٩ . اللذان أطلقا عام ١٩٧١ . فكانا مختلفين
ومعدّين للدوران حول المريخ وارسل
معلومات - تتضمن صوراً فوتوغرافية - خلال
أشهر لا خلال ايام معدودة . اخفق مارينر ٨
مباشرة بعد انطلاقه وسقط في البحر . لكن
مارينر ٩ (٤) حقق نجاحاً وأرسل كمية
كبيرة من المعلومات الجديدة بما فيها ٧٣٢٩
صورة فوتوغرافية . اكتشفت كاميرات المركبة

٩

(٩) - صور فايكنغ ١ هذا
المشهد الرائع لغروب الشمس
على سهل كرايزر بلانيتيا .
باشرت الكاميرا بتصوير
المشهد ابتداء من اليسار ٤
دقائق تقريباً بعد غياب
الشمس وراء الأفق . ودام
التصوير ١٠ دقائق . وكانت
الشمس قد انحدرت ٣ درجات
تقريباً تحت الأفق عندما
انتهى . يظهر سطح السيار



٩٤

العربتان تربة حمراء برتقالية انتشرت عليها
الحجارة . كانت السماء وردية اللون بسبب
انتشار الضوء في الغبار الجوي الأحمر . اما
العناصر الأساسية في التربة التي كشف عنها
مقياس الطيف السيني الفلوري . فكانت
السيليكون والحديد والكالسيوم والالومنيوم
والتيتانيوم .

نتائج الاختبارات

حفرت كل من العربتين الارض
واستخرجتا عينات ارسلت بعدئذ الى
المختبرات البيولوجية للتحليل . فكانت
النتائج مدهشة . كانت الاختبارات قد صممت
على اساس ان أي شكل من اشكال الحياة .
اذا وجد في التربة . لا بد ان يمتص منها
ويفرز فيها بعض المواد الكيميائية الاساسية .
فكشف اختبار « تبادل الغازات » الاول عن
ظهور الاكسجين . خلال فترة قصيرة جداً
بكمية كانت اكثر ب ١٥ ضعفاً مما كان
منتظراً .

بدا اختبار « اطلاق المواد التصنيفي »
مثيراً للاهتمام ايضاً لأول وهلة . فالمعروف
انه . اذا كانت هناك جراثيم . لا بد لها من
ان تمتص الكربون ١٤ وتطلق نفايات
اشعاعية كثنائي أكسيد الكربون وأول أكسيد
الكربون وميثان الكربون . عُثر في الواقع
على كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون .
اما « الاختبار الحراري » . فقد أشار الى
ان شيئاً ما كان يمتص ثاني أكسيد الكربون
من الهواء في غرفة الاختبار ويدخله في
مركبات أخرى في التربة . لكن هل كان هذا
« الشيء » كيميائياً ام حيوياً ؟ هذا السؤال
بقي بلا جواب حتى الآن .

١٩٧٦ . بعد فترة خُصصت لأخذ الصور
الاستكشافية للعثور على موقع ملائم للهبوط .
اطلق كل من المسبارين عربية . فنزلت عربية
فايكنغ ١ في حوض كرايز الفسيح بالقرب
من منتصف خطوط العرض الشمالية في ٢٠
يوليو . وحطت الثانية في ٣ سبتمبر على
يوتوبيا بلانيتيا على بعد حوالي ٤٧٠٠ كلم
من العربية الاولى .

أظهرت الصور المذهلة التي ارسلتها

أسود . ويبدو خط الافق
واضحاً تماماً .
ضُحّت الصورة الكترونيًا
لإزالة تأثير انحناء المركبة ٨
درجات نحو الغرب .

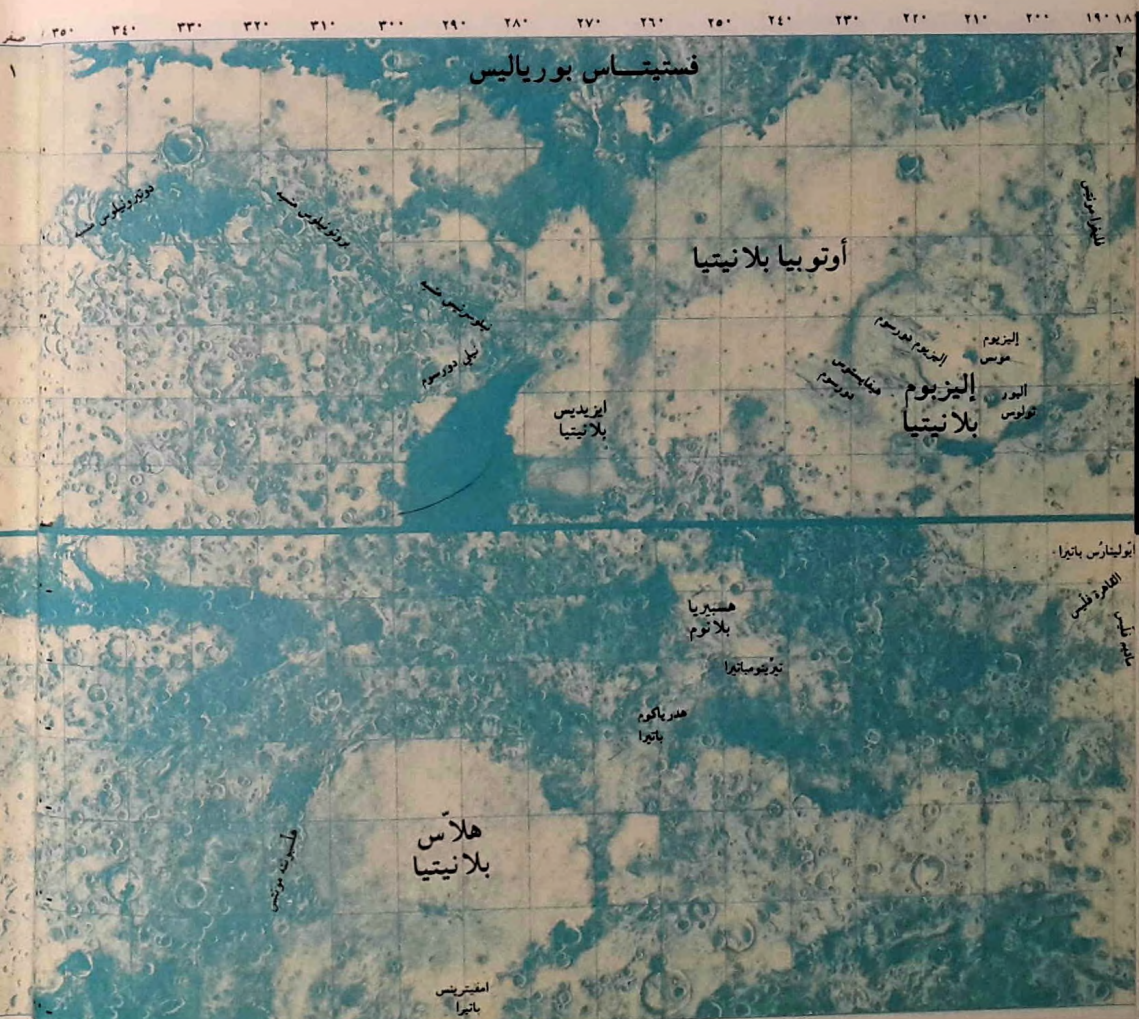
(١٠) - صورة شاملة التقطها
فايكنغ ٢ تبين المشهد في
يوتوبيا بلانيتيا وذلك في
مركب تصويري من ثلاث
لقطات . يبدو السطح وقد
تناثر عليه حتى الافق
حجارة من احجام مختلفة . قد
يكون بعضها صادراً عن فوهة
ماي القريبة التي يبلغ قطرها
كيلومتراً واحداً تقريباً .



خِصَانُ الْمَرْيَحِ

الأكبر (سيرتيس مايور) ثم قام الاتحاد الجغرافي الدولي . على اثر النتائج التي جاء بها مارينر ٩ . باجراء تعديلات على تسميات شبارلي . مستبدلا اياها بأسماء لاتينية اطلقها على البنيات الطبوغرافية . تميزا لها عن اسماء بنات الألبيدو وهي الاشكال العائدة الى قدرة السيار العاكسة . استعملت الاسماء اللاتينية الجديدة في الخرائط الواردة أدناه .

اعاد جيوفاني شيا بارلي (١٨٣٥ - ١٩١٠)
تسمية اكثر تضاريس الميخ بعد ١٨٧٧ .
فحل نظامه محل التسمية القديمة . فبحر
القصر او الساعة الرملية مثلا اصح السرت

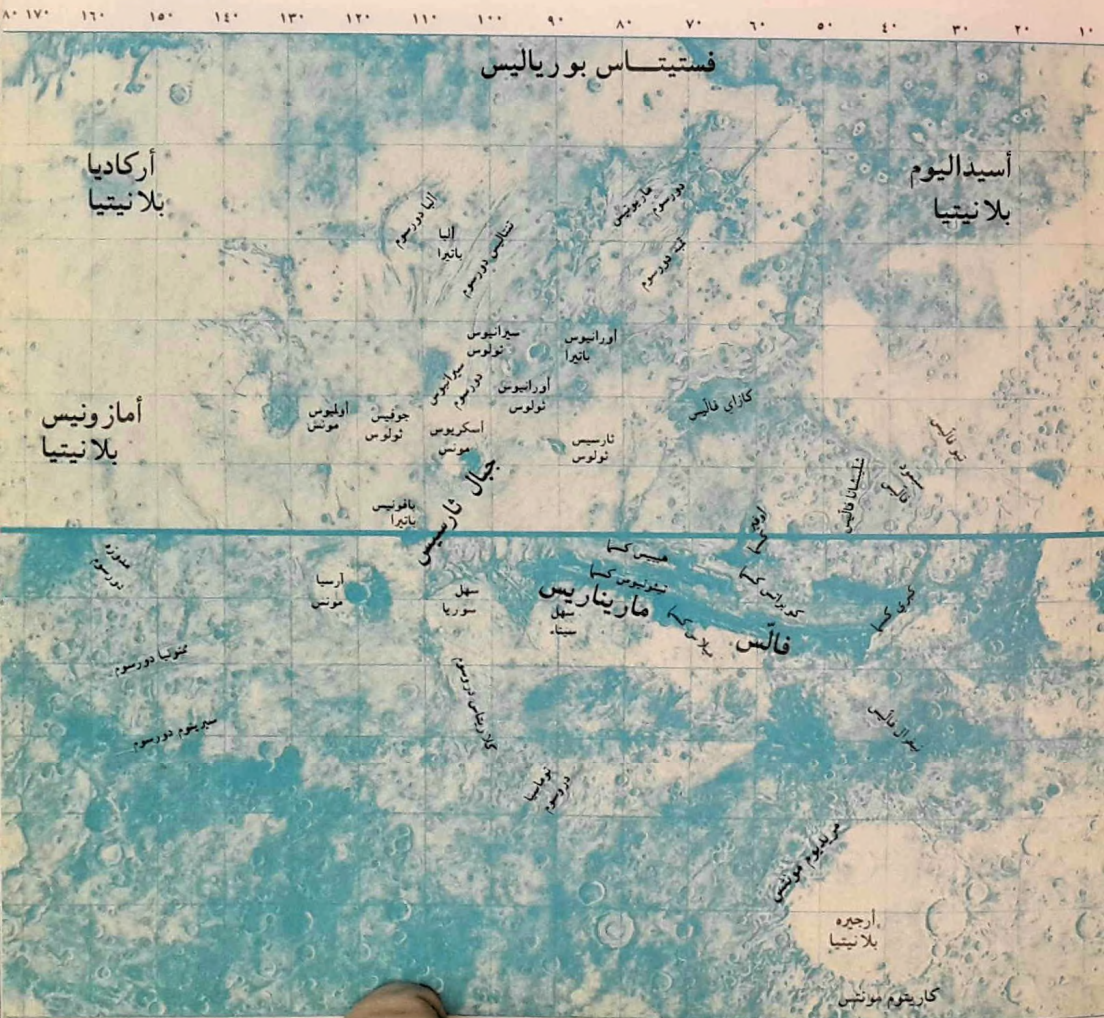


نصف الكرة الغربي

يحتوي نصف الكرة الغربي (٢) على القسم الأكبر من منطقة أسيداليا بلانيتيا . يعتبره معظم المراقبين أكثر النصفين جدارة بالاهتمام . لأسباب كثيرة . ولأنه يحتوي أيضا على عدد من أكبر البراكين . لاسيما جبل اولمبوس الذي يُرى من الأرض كبقعة صغيرة . تحيط بهذا الجبل منطقة واسعة شبه مستديرة خالية نسبيا من الفوهات الكبرى .

تحتوي على أمازونيس بلانيتيا غربا وعلى اركاديا بلانيتيا الى الشمال الغربي وعلى جبال ثاريس الى الجنوب الشرقي . من المرجح ان تكون الفوهات القليلة الصغيرة نسبيا هنا نتيجة لصدّعات نيزكية . وليست ناجمة عن النشاط البركاني .

تمتد منطقة فستيتاس بوريليس الصحراوية حول منطقة القطب الشمالي . وترى حافتها الجنوبية في اعلى الخريطة



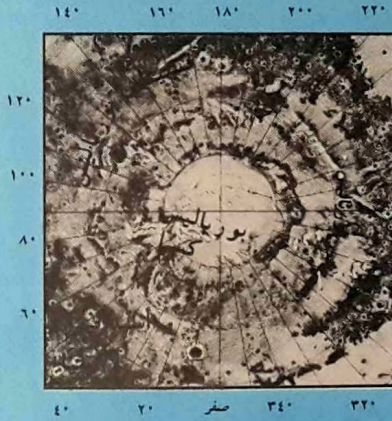
بمثابة نقطة انطلاق لخطوط الطول المريخية ، وفي ٢٠ غربا و ٢٠ جنوبا منها . تقع بقعة جيب مرغريتر المظلمة . لم يحتفظ الاتحاد بهذه الاسماء (وهي لا تظهر على الخريطة) . لأنها لا تنطبق على أي من البيانات الطبوغرافية الجلية .

تسيطر على نصف الكرة هذا شبكة هائلة من الوديان المتصدعة الممتدة شرقا من جبال ثاريس مونتييس عبر وهاد تيثونيوس كسما

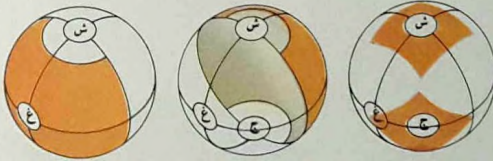
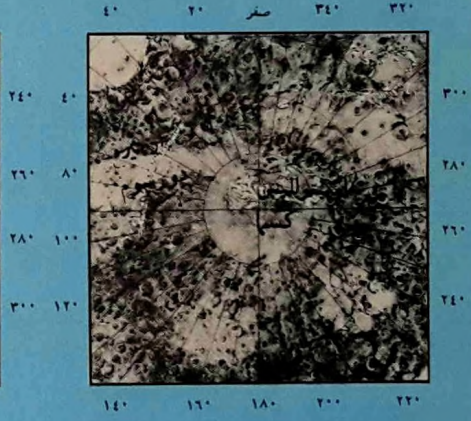
الأولى . في الشتاء الشمالي . تمتد القلنسوة القطبية احيانا حتى وادي تمبه فوسه وتغطي هذه المنطقة المظلمة .

اختيرت كرايز بلانيتيا موقعا لهبوط مسبار فايكنغ ١ في صيف عام ١٩٧٦ (بينما حط فايكنغ ٢ على اوتوبيا بلانيتيا في نصف الكرة الشرقي) . على بعد ٥ تقريبا جنوبي خط الاستواء . وفي الخط صفر من خطوط الطول . يقع جيب خط الزوال الذي اختير

القطب الشمالي



القطب الجنوبي



(٢) - تبين المناطق الصفراء على هذه الكرات . الى اليسار . نصف الكرة المريخية الشمالي . وفي الوسط . النصف الشرقي . وإلى اليمين القطبين الشمالي والجنوبي .

يسمح بالاستنتاج ان لون سيرتيس بلانيتيا القاتم مستمد من الألبيدو (القدرة العاكسة) المنخفض لصخورها .

سهول اليزيوم في شرقي الخريطة مقاطعة بركانية ذات عمر جيولوجي متوسط . وتحتوي على فوهتين بركانيتين ضخمتين . اما المنطقة القاتمة الواقعة ٥٥ شمال خط العرض . فهي النصف الثاني من صحاري فستيتاس بورياليس . التي قد يعود اليها ظهور اللون القاتم على المنطقة المحيطة بالقلنسوة القطبية الذي كان يُعزى سابقا الى الآثار المنظورة لذوبان الجليد . تسود القسم الجنوبي من نصف الكرة هذا منطقة سهول هلاس بلانيتيا التي تبدو احيانا من الأرض مشرقة الى حد انها تعتبر قلنسوة اضافية للقطب . الى شرقي هلاس . بنيتان قاتمات بارزتان كانتا تعرفان في الماضي باسم بحري ماري تيرانوم وماري سيميريوم .

القلنسواتان القطبيتان

في المنطقة القطبية الشمالية (٣) . لا تختفي كلياً القلنسوة البيضاء في اي وقت من الاوقات . يظهر هنا ايضا قسم من سهول اسيداليوم بلانيتيا . وهي ابرز البنيات القاتمة في النصف الشمالي من السيار .

في المنطقة القطبية الجنوبية (٣) . تلاحظ . في دائرة تبعد ١٠ . عن القطب . مساحة لمساء رقائقة . كما ترى . على خط الطول ٤٥ . البقايا الصيفية للقلنسوة القطبية . المناطق القاتمة المجاورة ملأى بالفوهات . يبرز منها جبل ارجيره دوروم . خلال الشتاء الجنوبي . تغطي الرواسب القطبية المنطقة بكاملها تقريبا .

وميلاس كسما وكوبراتس كسما حتى وادي سيمود فاليس مباشرة جنوبي وهدة تيشونيوس كسما يقع سهل سوليس بلانوم . وهو اكثر مناطق المريخ تغيرا . فقد لاحظ المراقبون فيه منذ عام ١٨٧٧ تغيرات بارزة في شكله وكثافته . كان من السهل في الماضي تفسير هذه التغيرات وفقا للفرضية النباتية . فتعزى الى وجود نبات في هذه المناطق . اما اليوم . وقد ساد الاعتقاد ان المناطق القاتمة هي لا عضوية . فقد اصبحت هذه التغيرات اكثر مدعاة للحيرة .

البقع القاتمة الظاهرة بوضوح حول اخاديد اقنية سيرينيوم فوسه ووادي نيرغال فاليس المتعرج هي كناية عن « بحرين » قديمين حذفا من جداول الاسماء الحديثة . المنطقتان مليتان بالفوهات . حط المسبار الروسي مارس ٣ جنوبي اقنية سيرينيوم فوسه عام ١٩٧١ . لكنه لم يبتث الا لعشرين ثانية بعد وصوله ولم يكن لذلك اية فائدة تذكر .

نصف الكرة الشرقي

المعالم الرئيسية في نصف الكرة الشرقي (١) هي سهول سيرتيس بلانيتيا التي كان قد سجلها عام ١٦٥٩ كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) . وهي اكثر البنيات المظلمة بروزا على المريخ . بين ماريش ٩ انها هضبة لمساء نسيا . منحدره نحو الشرق باتجاه حوض ايزيديس بلانيتيا . وليست قاع بحر غائر . كما كان يُعتقد سابقا . مما يدعو الى الدهشة هو ان لا شيء ما عدا اللون يميزها عن سهول ايزيديس بلانيتيا . مما يدعو الى الدهشة هو ان لا شيء يميزها عن سهول ايزيديس بلانيتيا ما عدا اللون . مما

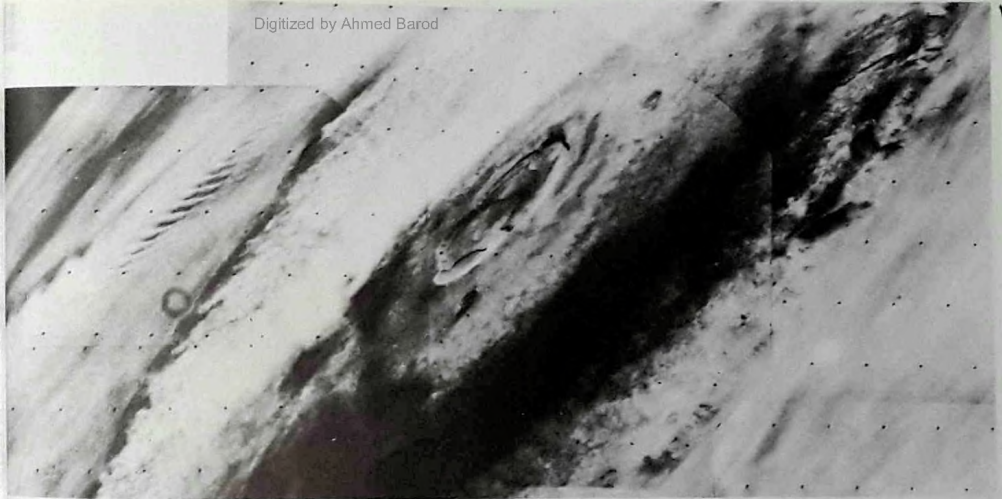
وتلفا . اذ ان جوّه لا يستهان به . وان كان
رقيقا .

الفرضيات القديمة والحديثة

من الطريف ان تلقى نظرة الى وراء
ونستعرض آراء علماء الفلك في المريخ قبل عام
١٩٦٥ . عندما ارسل المسبار الاول الناجح
مارينر ٤ معلومات عنه مأخوذة من مسافة
قريبة . كان يُعتقد ان المناطق القائمة فيه

مع انه من شبه المؤكد ان للمريخ عمر
الأرض تقريبا (حوالى ٤٧٠٠ مليون سنة) .
فهو اصغر منها وقل كثافة بكثير . مما يدل
على انه كان اسرع منها تطورا . هذا ما حمل
على الاعتقاد بأن تضاريس سطحه اكثر تأكلا

Digitized by Ahmed Barod



هبوط فايكنغ ١ في سهل
كرايزر بلانيتيا . لعلها بقايا
مجري مياه قديمة . مما
يوحى بأن المنطقة هي كناية
عن حوض رسوبي . الصورة
تكوّن من ١٥ صورة التقطها
فايكنغ اوريبتور عن بعد ١٦٨٠
كلم . سيول الحمم تقاطعها
صدوع . وقد انتشرت فيها
فوهات ناجمة عن صدمات
نيزكية . يبدو في اليمين
الاعلى كما لو ان مجرى مياه
صغير كان متجها اولا نحو

الغيوم على بضع مئات من
الاميال .

(٢) - هذا المنظر المائل
لسهل ارجيره بلانيتيا يمتد
نحو الافق مسافة ١٩٠٠٠ كلم .
اما ارجيره . الذي يُرى في
الوسط الى اليسار . فهو سهل
منبسّ نسبيا تحيط به اراض
تكثر فيها الفوهات .

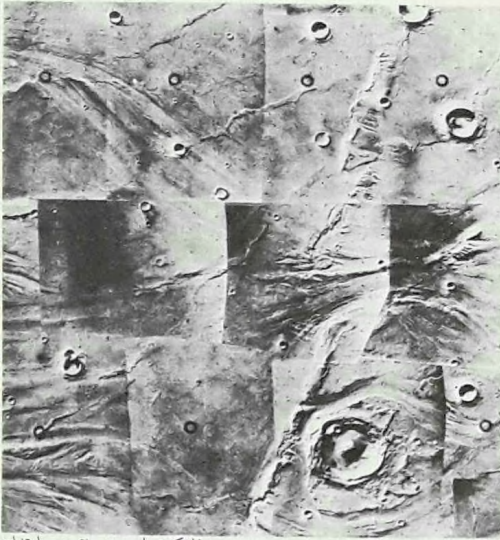
(٣) - صُوّرت هذه الأخاديد
المتآكلة بالقرب من موقع

(١) - اخذ فايكنغ ١ هذه
الصورة لجبل الاولمب . وهو
البركان المبرحي الكبير . عن
بعد ٨٠٠٠ كلم . يُرى الجبل
البالغ ارتفاعه ٢٥ كلم . في
صبيحة النهار . محاطا بغيوم
على ارتفاع ١٩ كلم . وتمتد
فوهات . التي يبلغ قطر
بعضها ٧٠ كلم والمؤلفة من
حلقات . الى داخل الغلاف
الجوي الطبقي
(الستراتوسفير) . كما تمتد
وراء الحبل موجة ضخمة من

(٤) - ما تزال كميات
كبيرة من المياه موجودة على
المريخ . متجمدة في قلسوة
القطب الشمالي . في هذه
الصور المتقاطعة . التي التقطها

بدون اي التباس . الطبيعة العامة للمنظر .
فبدلا من ان يكون المريخ جرما مستوي
السطح . تبين انه في منتهى الخشونة . كما
تبين ايضا ان هناك اختلافات واضحة بين
المناطق المختلفة . وان سطح المريخ اكثر تنوعا
بكثير من سطح القمر . كذلك بين مارينر ٤
ان الجو ارق بكثير مما كان يعتقد سابقا .
وهكذا اخذت فرضية اقواق البحور المليئة
بالنباتات تبدو اقل احتمالا .

انخفاضات . وبالارجح اقواق بحور . وان
المناطق الفاتحة . كهلاس بلانيتيا وأرجيره
بلانيتيا . هضاب . كان يعتقد ايضا ان سطح
المريخ قليل التضاريس . خال من الجبال
العالية والوديان العميقة . اما الواقع . فهو على
خلاف ذلك . لقد كشفت الصور الاولى . التي
ارسلها مارينر ٤ عن فوهات (٦) . كانت
الصور تصبح اكثر وضوحا كلما كان المسبار
يقترّب من السّيار حتى انجلت .



فايكنغ أوربيتر ٢ عن ارتفاع
٤٠٠٠ كلم . كانت القلنوة
الشمالية قد انحسرت الى
اصغر حجم لها . لاقترب
منتصف الصيف في نصف
الكرة الشمالي . المنطقة
الجامدة البيضاء بالقرب من
القمة (شمالا) هي جليد .
لاسيما جليد مائي - تبخر منه
القسم الاكبر من ك أ .
الاشربة السوداء هي مناطق
خالية من الجليد .

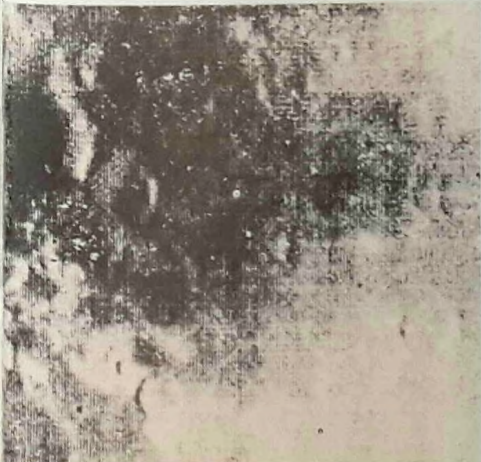


مدعاة للدهشة من مارينر ٩ الذي احرز نجاحا باهرا عام ١٩٧١ ، خصوصا انه كان عليه ايضا ان يعوّض عن فشل سلفه مارينر ٨ . بعد ان اقترب من السيار وصوّر تابعيه ، كان عليه ان ينتظر هدوء عاصفة الغبار ويراقبها . تبين له حينذاك ان الغبار كان يمتد تقريبا الى قمّتي جبل اولمبوس وجبل أرسيا ، وهما اعلى قمّتين معروفتين على المريخ ، يربو ارتفاعهما على ٢٠ كلم . عندما صفا الجو ، اتضح ان

في عام ١٩٦٩ ، اعطى مارينر ٦ ومارينر ٧ صورة مشابهة عن المريخ . وبدا ان هناك مناطق ملأى بالفوهات واخرى يمكن وصفها بأنها « مشوشة » ، اي بدون اي شكل معيّن . بسبب التحسينات الفنية جاءت الصور اكثر وضوحا من صور مارينر ٤ .

اكتشافات مارينر ٩

جاءت اكثر الاكتشافات على المريخ



(٥) - فالس مارينريس واد ضيق استوائي فيصح . يمتد على ما يقرب من ثلث قطر المريخ . تظهر في جداره الخلفي عدة انهيارات مهمة حدثت بالتسلسل . ولربما كانت ناجمة عن زلازل . على طول الجدار الامامي . يبدو ان انهيارات اخرى قد وقعت ايضا . هناك وديان فرعية تخترق الهضاب وتصب عند نهاية الوادي . قد تكون هذه

الكربون في مناطق مختلفة . فكانت النتيجة ان براكين المريخ بلغ ارتفاعها ثلاثة اضعاف ارتفاع براكين هاواي . وانها تبدو نسبيا اكثر ارتفاعا ايضا .

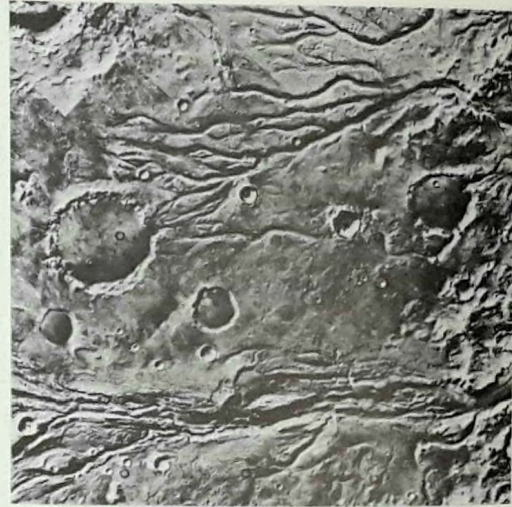
المسح الفوتوغرافي للمريخ

احدثت اكتشافات مارينر ٩ ومسابير فايكنغ انقلابا في معرفتنا لسطح المريخ . وسيستغرق التحليل الكامل لهذه الاكتشافات سنوات عديدة . اكثر ما يلفت النظر هو تنوع الاشكال في المناطق المختلفة . فالمناطق الملاى بالفوهات تعقبها مناطق مستوية السطح نسبيا ، وفضلا عن البراكين الكبرى . هناك وديان تصريف وأحواض عميقة خير مثلين عليها هلاس وأرجيره . كذلك . تشق الوديان لاستوائية المدعوة الوديان البحرية (فالس مارينيريس) سطح المريخ عمقا ممتدة الى ما يقرب من ثلث قطره .

عندما غير فايكنغ اورببتر ١ مداره . بحيث اصبح السيار يدور بكامله تحته . تسنى للمركبة اكتشاف شيء هام جديد . فقد بانّت القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي مكونة في الدرجة الاولى من الجليد وليس من الثلج الكربوني (ك أ) . كما كان اكثر العلماء يعتقدون .

هناك ما يدل على نشاط بركاني وتأكل مائي في مساحات واسعة من السيار . ففي الماضي الجيولوجي للمريخ . عندما كان الجو اكثف بكثير مما هو عليه اليوم . لا بد ان تكون امطار غزيرة قد غمرت مناطق الاحواض وشقت قنوات عبر الصخور والصحارى . وقد تكون بعض قنوات التصريف قد نجمت عن الحرارة الباطنية .

هذين الجبلين هما بركانان شاهقان . فتغيرت للحال مرة اخرى جميع الآراء حول طبيعة المريخ . كان القليل من الفلكيين يتوقع وجود براكين من النوع الارضي على المريخ . فاذا بالتشابه بين جبلي اولمبوس وأرسيا وبين براكين هاواي الارضية لا يرقى اليه اي شك . التباين الوحيد كان في القياس . فقد اجريت تقديرات لارتفاع التضاريس بواسطة الرادار وبقياس كثافة طبقات ثاني اكسيد



الشرق على امتداد ٣ كيلومترات تقريبا . الاخاديد هي امتدادات لأخاديد غربي المنطقة التي هبط فيها فايكنغ ١ في سهل كرايز بلانيتيا . انها توهي بوجود سيول قوية من الماء انحدرت من سهل لونه بلانوم عبر هذه المنطقة الى المنطقة التي اخذ منها فايكنغ ١ عينات من التربة .

(٦) - في عام ١٩٦٥ . ارسل مارينر ٤ صوراً فوتوغرافية عن المريخ مأخوذة عن قرب . استغرق نقل هذه الصورة ٨ ساعات و ٣٥ دقيقة .

(٧) - في هذه الصورة التي التقطها فايكنغ اورببتر ١ . تنحدر التربة من الغرب الى

أقمار المريخ

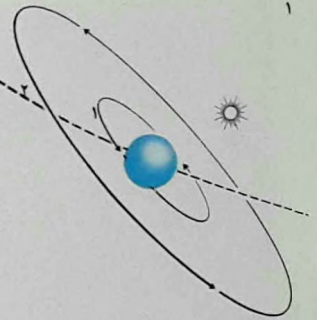
بالقمر في أي حال من الأحوال ، وإن لم يتم اكتشافهما قبل عام ١٨٧٧ رغم التنقيبات الدورية ، فذلك لفرط ضعف نورهما .

فوبوس وديموس قبل ماريير
في المرقب يبدو فوبوس وديموس صغيرين ، ويظهران بمظهر النقط المضئية كالنجوم ، لكنهما أثارا اهتماما بالغا في مرحلة ما قبل العصر الفضائي نظرا لمدارهما

في عام ١٨٧٧ ، استعمل آصاف هول (١٨٢٩ - ١٩٠٧) مرقب واشنطن الكاسر (قطره ٦٦ سم) ، واكتشف تابعين للمريخ سميا فيما بعد فوبوس وديموس . كلاهما غاية في الصغر ، وليس بالإمكان مقارنتهما



(١) - يدور كل من تابعي المريخ في مدار يكاد يكون دائريا - فوبوس (١) قريب من المريخ بشكل يلتفت النظر ويقترب منه الى مسافة ٥٨٠٠ كلم . وهو التابع الطبيعي المعروف الوحيد الذي تنقص مدة دورانه المحوري عن مدة دوران السيار الذي يطوف حوله . أما ديموس (٢) ، فهو أبعد بكثير ويتم دورته في مدة ٣٠ ساعة و ١٤ دقيقة .



الجنوب ، وهو الانتفاخ « المتزامن » المتجه باستمرار نحو المريخ ، لأن مدة دوران فوبوس هي تماما المدة التي يستغرقها التابع ليتم دورة كاملة حول السيار ، وهي ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة .

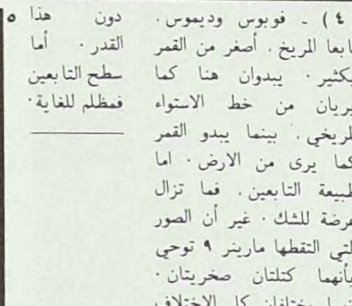
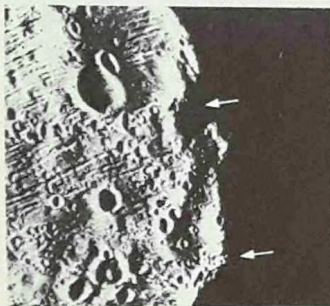
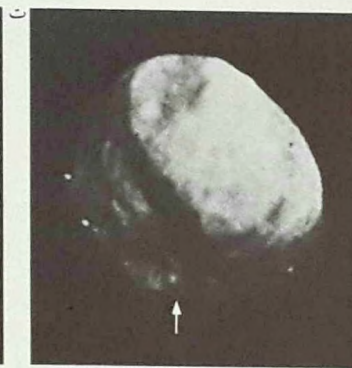
(٢) - التقط ماريير ٩ عام ١٩٧١ صور فوبوس هذه (أ - ت) . يشير السهم الى الموقع التقريبي لقطب التابع الجنوبي في كل من هذه الصور . يري بوضوح على السطح انتفاخ باتجاه

الظاهرة الى أعلى اليمين في الرسمين (أ) و (ب) بشكل فوهة على الرسم الثالث (ت) . ليس فوبوس كرويا حتى ولا بوجه التقريب . بل شكله غير منتظم .

(٢) - هذه الصور التي التقطها ماريير ٩ لفوبوس هي أوضح صور اتخذت له . يشير السهم الى موقع القطب الجنوبي . أكبر فوهة هي شيكبي التي يبلغ قطرها ٦,٥ كلم . تظهر الفجوة

في الغرب ويغيب في الشرق . ويظل فوق الأفق في كل مرة لمدة ٤.٥ ساعات فقط . يقطع خلالها أكثر من نصف دورته الفلكية . وتستغرق المدة بين طلوعين متعاقبين أكثر بقليل من ١١ ساعة . لا يتعدى قطره الظاهر ١٢,٣ درجة . أي أقل من نصف قطر القمر كما يرى من الأرض . كمية الضوء التي يرسلها إلى سطح المريخ تساوي الكمية تقريبا التي تتلقاها الأرض من الزهرة . من المريخ

الخارج عن المؤلف (١) . يدور فوبوس حول المريخ على بعد معدله ٩٣٥٠ كلم فقط عن مركز السيار . مما يجعل المسافة بينه وبين سطح المريخ لا تتعدى المسافة بين لندن وعدن . مدة دورانه حول المريخ لا تزيد عن ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة ؛ ولما كانت مدة دوران المريخ على ذاته ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة ، يكون « الشهر » القوي أقصر من اليوم المريخي . يطلع فوبوس بالنسبة إلى المريخ



(٥) - قد يساعد هذا المنظر لفوبوس على حل مسألة أصل تايبي المريخ الصغيرين . مفاتيح الحل هي فوهة في وسطها قمة وسلاسل من الفوهات (مشار إليها بهام) متوازية مع خط الاستواء وأخاديد تغطي أكثر من نصف السطح . إحدى الفرضيات تقول بأن الاخاديد ناجمة عن مرور فوبوس في وسط سرب من الاجسام الصغيرة . يبلغ قطر أصغر شكل منظور ٤٠ مترا .

(٤) - فوبوس وديموس . تابعا للمريخ ، أصغر من القمر بكثير . يدوان هنا كما يريان من خط الاستواء المريخي . بينما يبدو القمر كما يرى من الأرض . اما طبيعة التايبين ، فما تزال عرضة للشك . غير أن الصور التي التقطها مارينر ٩ توحى بأنهما كتلتان صخريتان . انهما يختلفان كل الاختلاف عن قمرنا . ومن الممكن أن يكونا كويكبين أُرهما المريخ . وليس لأي منهما ضياء القمر في الليل . يلقي فوبوس على المريخ ضوءاً كالذي تلقيه الزهرة على الأرض تقريبا . ضياء ديموس

يُرى فوبوس مارا أمام الشمس ١٣٠٠ مرة كل سنة .

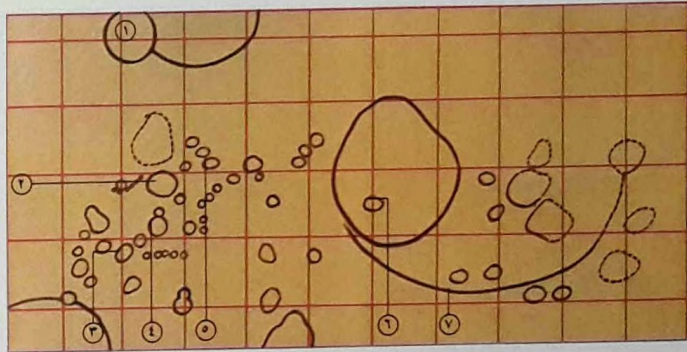
حتى عندما يكون فوبوس فوق أفق المريخ ، يبقى مخسوفاً بظل السيار لمدد طويلة . وهو لا يظهر أبداً فوق ٦٩ درجة من خطوط العرض المريخية . مدار فوبوس دائري تقريباً . ويميل هذا المدار عن مستوي المريخ الاستوائي درجة واحدة تقريباً .

ديموس أصغر من فوبوس وأبعد منه عن

المريخ (٢٣ ٥٠٠ كلم) . مدة دورانه ٣٠ ساعة و ١٤ دقيقة ، وبظل فوق الافق المريخي لمدة ٦٤ ساعة على التوالي . لكن النور الذي يرسله الى المريخ أقل من النور الذي ترسله الشعري اليمانية الى الارض . بالنسبة الى مراقب على المريخ . تكاد أوجهه لا ترى . أما أقصى قطره له . فلا يتعدى ١٢ كلم .

أكتشافات ماريனர் ٩

جاءت أولى المعلومات الجديدة بالثقة عن



(٦) - جمعت هذه الخريطة لفوبوس استناداً الى صور التقطها ماريனர் ٩ . سجلت حتى الآن خمسون فوهة أعطيت ست منها أسماء رسمية : روش (١) تود (٢) دارست (٣) شارپلس (٤) وندل (٥) وسنيكني (٦) . وقد سميت القمة (٧) قمة كيلر . ليس من ريب في أن سطح فوبوس بكامله مليء بالفوهات والصدوع . مما قد يكون ناجماً عن صدمات نيازك ضخمة . لكن هذا ليس أكيداً .

(٧) - كان فايكنغ أوربتر على مسافة ٣٣٠٠ كلم من

(٨) - ترى هنا على سطح المريخ منطقة ايشوبيس (١٤) عرضاً الى الشمال و ٢٣٥ طولاً الى الغرب) التي التقطها ماريனர் بتفاصيلها . البقعة الاهليلجية القائمة هي ظل

ماريներ ٩ من مسافة أبعد سوى الفوهات الرئيسية . تظهر منها هنا دزينة على الأقل و يبلغ قطر أكبرها ١٣ كلم . بالقرب من الرأس يظهر شكل خطي .

ديموس . عندما التقط له هذه الصورة . يقع المريخ الى اليسار . نصف الجهة المقابلة للكاميرا مضاء . وتبلغ مساحته ٨ × ١٢ كلم تقريباً . بينما لا تبيّن الصور التي التقطها

هذين التابعين من ماريير ٩ ، الذي أقتررب من المريخ في أواخر عام ١٩٧٠ ودخل في مدار حوله . فيما كان ماريير يقترب من السيار ، التقط صوراً لفوبوس ولديموس بيّنت أن شكلهما غير منتظم . فقد ظهر فوبوس بشكل رأس بطاطا ، قطره الأكبر ٢٨ كلم وقطره الأصغر ٢٠ كلم ، وبدا سطحه مليئاً بفوهات قطر أكبرها (المسمى اليوم ستيكني) ٦٠٥ كلم (٢) سجل من هذه المريخ .

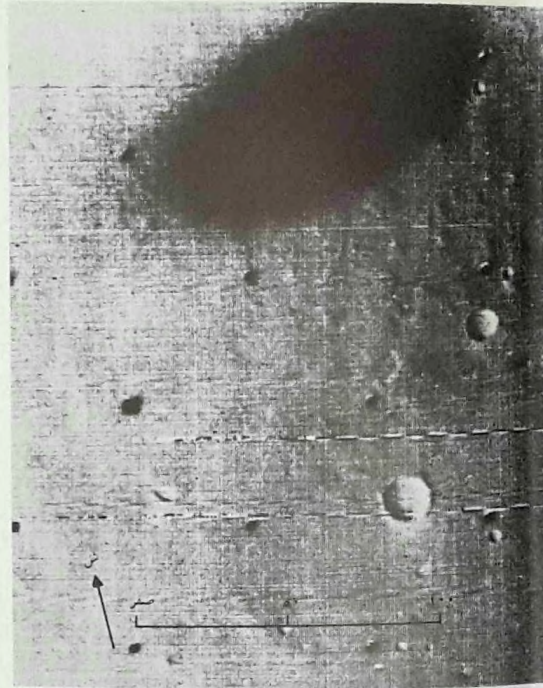
فوهات تكتنفها الأسرار

لم تحل بعد مسألة أصل فوهات فوبوس . فمنهم من اقترح انها ناجمة عن صدمات نيزكية . لكن الفلكي الياباني س . مياموتو يفضل النظرية القائلة بأن الفوهات كناية عن ثقوب فقاعية تكونت خلال فترة انخفاض حرارة التابع . اذا كانت الصدمات هي السبب ، فلا بد أن يكون فوبوس قد تعرّض لصدمات عنيفة ، إذ أن قطر فوهة ستيكني يبلغ تقريباً ربع قطر التابع ذاته .

عندما أقتررب فايكنغ أوربيتر ٢ من فوبوس في شهر سبتمبر من عام ١٩٧٦ وأصبح على مسافة ٨٨٠ كلم منه ، تمكن من التقاط صور لأشياء على سطحه لا يتعدى حجمها ٤٠ متراً . دلّت الاشكال المصورة على أن لفوبوس بنية صخرية صلبة ، وأن سرعة الافلات لديه ٢٠ كلم في الساعة ، بحيث لا يمكن معها وجود أي جو .

يبدو ديموس من طراز فوبوس ، لكنه أصغر منه حجماً . فيه أيضاً فوهات سميت الفوهتان الرئيسيتان منها سوفيت وفولتير نسبة الى كاتيين تكهنا في القرن الثامن عشر بأن لا بد من أن يكون للمريخ تابعان .

هذين التابعين من ماريير ٩ ، الذي أقتررب من المريخ في أواخر عام ١٩٧٠ ودخل في مدار حوله . فيما كان ماريير يقترب من السيار ، التقط صوراً لفوبوس ولديموس بيّنت أن شكلهما غير منتظم . فقد ظهر فوبوس بشكل رأس بطاطا ، قطره الأكبر ٢٨ كلم وقطره الأصغر ٢٠ كلم ، وبدا سطحه مليئاً بفوهات قطر أكبرها (المسمى اليوم ستيكني) ٦٠٥ كلم (٢) سجل من هذه



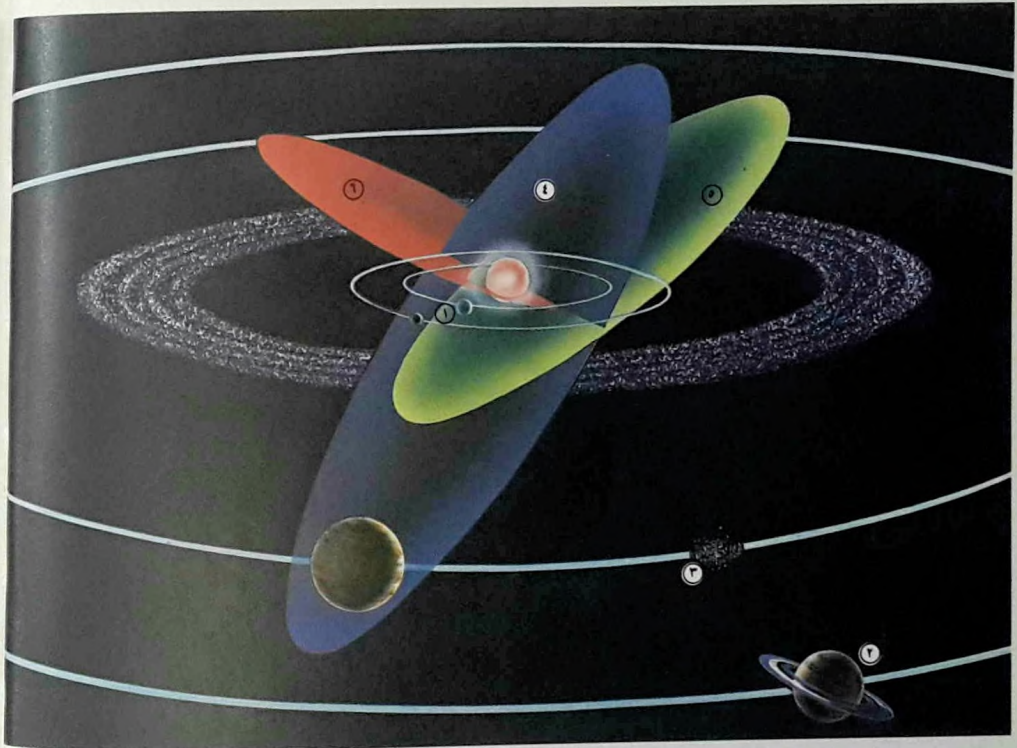
بكثير كما ترى من المريخ . فهو لا يقدر على أحداث كوف كامل فيها .

فوبوس . وقيلها ١٣٠ كلم × ٢٨٠ كلم لا بد للمراقب الموجود في منطقة الظل هذه أن يرى عبور فوبوس أمام الشمس . بما أن فوبوس أصغر من الشمس

الكويكبات السّيارة

(١٧٩٦) وعممها يوهان بود (١٧٤٧ -
١٨٢٦) عام ١٧٧٢ . فعرفت باسم قانون
بود . حملت العلماء على اقتراض وجود
كوكب سيار مجهول في هذه الفجوة . لذلك
قامت . في اواخر القرن الثامن عشر . جماعة
من علماء الفلك برئاسة يوهان شروتر
(١٧٤٦ - ١٨٢٦) والبارون فون زاخ
(١٧٥٤ - ١٨٣٢) . عرفت باسم « شرطة
السماء » . ووضعت نصب اعينها البحث عن

تقسم النظام الشمسي الى قسمين رئيسيين
فجوة واسعة واقعة بين المريخ (ا بعد
الكواكب السيارة الداخلية) والمشتري (اول
الكواكب السيارة العملاقة) . ثمة علاقة
عددية اكتشفها تيتيوس دي فيتنبرغ (١٧٢٩ -



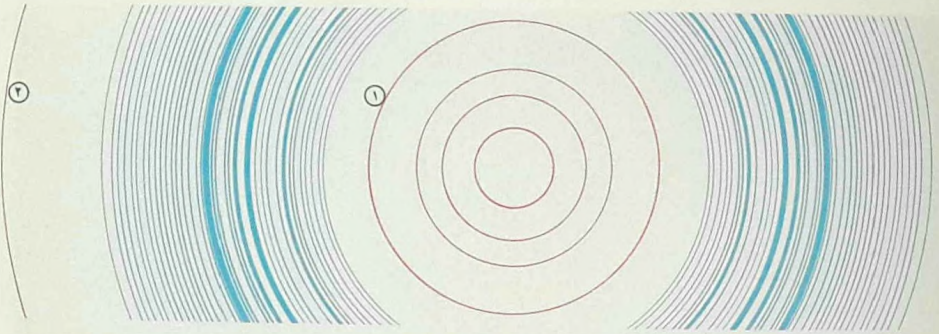
- (١) - ترى هنا مدارات
السيارات من الارض (١)
حتى زحل (٢) مع مدارات
بعض الكويكبات التي لها
بعض الأهمية (ليست الصورة
بالقياس الصحيح) . أكثر
الكويكبات تدور في المنطقة
الواقعة بين مداري المريخ
والمشتري . اما الكويكبات
الطروادية (٢) . فتدور في
مدار المشتري ذاته . لكنها
تظل بعيدة عنه بحيث
يستبعد حصول اصطدام بينها
وبينه . تتحرك فئة منها على
مسافة ٦٠ درجة امام السّيار
وفئة ثانية على مسافة ٦٠
درجة وراه . هيدالغو (٤) له
مسار شديد الانحناء . ومركز
متغير الى درجة انه . عندما
يكون في الأوج . يصبح

الكوكب السيار الجديد . لكن مسعاها جاء متأخراً .

اكتشافات جديدة : الكواكب السيارة الصغرى

ففي اول يناير عام ١٨٠١ . اكتشف جيوسيبي بياتزي (١٧٤٦ - ١٨٢٦) من بالرمو (صقلية) جرمًا نجمي الشكل يتحرك بشكل ملحوظ بين ليلة واخرى . ثم تبين انه

كوكب سيار يدور في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري . فأطلق عليه اسم سيريس . تكريماً لإلهة كانت شفيعة صقلية . خلال السنوات القليلة التالية . اكتشفت « شرطة السماء » ثلاثة كواكب سيارة اخرى : بالأس وجونو وقستا . وأصبحت هذه . فضلاً عن سيريس . معروفة بالكواكب الصغرى او النجمات او الكويكبات . كلها صغيرة الحجم . ولا يتجاوز قطر أي منها ما عدا



المشتري الكويكبات من التجمع فيها .

(٢) - فتا . الذي اكتشف

في أوائل القرن التاسع عشر . والذي يرى هنا بين سهمين . هو أكثر السيارات الصغرى ضياء . ولكنه ليس اضعها . أنه يبدو تماماً كنجم . لكن حركته من ليلة الى أخرى تكشف عن حقيقة طبيعته . فقد انتقل خلال ٢٤ ساعة الى النقطة التي يشير اليها الصليب في اعلى اليمين على الصورة . الكويكبات صغيرة الى حد أن الصور الفوتوغرافية لا تبين تفاصيل سطوحها . أما مدد دوراتها . فنستنتج من تغيرات لمعانها .



ولا يوجد فيها إلا القليل من الكويكبات . تقع هذه الفجوات على مسافات مدارية معينة من الشمس . أي في المواقع التي منعت جاذبية

(٢) - تقع مدارات أكثر السيارات الصغرى بين مداري المريخ (١) والمشتري (٢) . في داخل هذه المساحة مناطق تعرف باسم فجوات كيركوود

بالقرب من مدار زحل . اما أمور (٥) وأبولو (٦) . اللذان لا يتجاوز قطرها ٨ كلم . فهما من الكويكبات المدعوة « ملامسات الأرض » .

سيارات لا نظامية

لا تلازم جميع النجيمات حتماً منطقتها الأساسية (٢) . عام ١٨٩٨ اكتشف كارل ويت ، من كوبنهاغن ، الكوكب « ايروس » رقم ٤٣٣ . الذي يجتاز أحياناً مدار المريخ ويقترب من وقت الى آخر من الارض الى مسافة تقل عن ٢٤ مليون كلم . كما حدث ذلك عامي ١٩٣١ و ١٩٧٥ . في عام ١٩٣١ درس العلماء « ايروس » دراسة شاملة . لأن

« سيريس » ٥٠٠ كلم .

عندما لم يبق لدى الشرطة أمل في العثور على نجيمات اخرى . توقفت عن العمل . الا ان كارل هنكه (١٧٩٣ - ١٨٦٦) اكتشف نجماً خامساً عام ١٨٤٥ أسمه أستريا . ومنذ ١٨٥٠ لم يتصرم عام الا وجاءت معه اكتشافات جديدة . حتى بلغ عدد النجيمات المعروفة اليوم ٢٠٠٠ نجماً . ومن المحتمل اكتشاف ما يربو على خمسين ألفاً اخرى .



فعالية وجعلت اكتشاف الكويكبات أكثر سهولة . لكن اقضاء أثر هذه الاجرام وحساب مساراتها يستهلك الكثير من الوقت .

الطريقة تقوم على مراقبة المنطقة الواحدة من السماء خلال عدة ليال متتالية . لالتقاط أي جرم نجمي الشكل ومتحرك فيها وادخاله في عداد الكويكبات . فجاءت طريقة فولف أسرع وأكثر

دوران الأرض) . ظلت النجوم في أوضاعها النسبية ذاتها . بينما كانت الكويكبات تغير مواقعها أمام الخلفية . كان فولف الرائد الأكبر لهذه الطريقة في اكتشاف الكويكبات . سابقاً . كانت

(٤) - تبين هذه الصورة التي التقطها ماكس فولف (١٨٦٢ - ١٩٢٢) منطقة من النجوم مع خطين يمثلان مساري كويكبين . خلال التعريض . كان المرقب يدور متتبعاً النجوم (للتعويض عن

هناك كويكب آخر هو « ايكاروس » يقترب من الشمس ويبتعد عنها بشكل استثنائي . فبعد ان يكون على مسافة ٢٨ مليون كلم منها - اي اقرب اليها من عطارد - يصبح . بعد انقضاء ٢٠٠ يوم فقط . على مسافة ٢٩٥ مليون كلم - اي في ابعد نقطة في مدار المريخ .

هناك ايضاً هيدالغو . النجم رقم ٩٤٤ . الذي له مسار متغير المركز يحمله تقريباً الى مقربة من مدار زحل . كما هناك ايضاً المجموعة « الطروادية » التي تسير في مدار المشتري .

عبر المرقب . تبدو الكويكبات كالنجوم تماماً . والطريقة الوحيدة للتعرف اليها هي متابعة حركتها ليلة بعد ليلة . تتم الاكتشافات الحديثة لهذه الاجرام بواسطة التصوير .

لا يُعرف حتى الآن مما تتركب الكويكبات . لكن الصور التي التقطها مارينر ٩ لتابعي المريخ القزمين (فوبوس وديموس) اللذين ربما كانا كويكبين أسيرين . توحي بأن سطح الكثير منها قد يكون مليئاً بالفوهات .

أصل الكويكبات

ما يزال أصل الكويكبات غير متفق عليه . تقول احدى النظريات انها شظايا سيار قديم (او سيارات) كان يسير حول الشمس في ما وراء مدار المريخ وتعرض لكارثة في الماضي السحيق . لكنه من غير المحتمل ان تكون أشلاء لأي جرم كبير . لأن جاذبية المشتري الهائلة تحول دون تكون سيار كبير الحجم في منطقة الكويكبات .

التوصل الى معرفة مداره بدقة قد يساعد على قياس طول « الوحدة الفلكية » او المسافة أرض - شمس . « ايروس » مستطيل الشكل . يبلغ قطره الأكبر ٢٧ كلم وقطره الأصغر اقل من ١٦ كلم . على الرغم من صغره . يظل اكبر الاجرام المسماة « ملامسات الارض » شبيهات هرمس الذي مر عام ١٩٣٧ على بعد ٧٨٠٠٠ كلم من الارض . وهو اقل من ضعفي المسافة بينها وبين القمر .

(٥) - تظهر هنا اجرام

النجميات الاربعة الاولى التي اكتشفت . وهي سيريس (ت) وفتا (ث) وبالاس (ج) وجونو (ح) ومعا النجم ايروس (ب) . مقارنة بحجم القمر (١) . من العير قياس الكويكبات لصغر حجمها . اعطت القياسات الاولى لسيريس ٦٨٥ كلم . لكن طرائق حديثة بينت انه



اكبر من ذلك بكثير (بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ كلم) .

(٦) - تم اكتشاف ايكاروس . البالغ قطره ١,٥ كلم تقريباً . على يد فالتر باده (١٨٩٣ - ١٩٦٠) عام ١٩٤٩ . مداره (١) منحني حتى ٢٣ على فلك الشمس . وهو الكويكب الوحيد المعروف الذي يقع حضضه الشمسي داخل مدار عطارد (٢) .

المشتري

المشتري عن الشمس ٧٧٨٣٠٠٠٠٠ كلم .
وتستغرق مدة دورانه ١١,٨٦ سنة . ودورته
الاقترانية (اي متوسط المدة الفاصلة بين
مقابلتين متواليتين) ٣٩٩ يوما .

بإمكان كرة المشتري الهائلة ان تبتلع
١٣٠٠ جسم بحجم الأرض . بينما لا تتعدى
كتلته ٣١٨ ضعفاً كتلة الأرض . لأنه اقل
كثافة منها بكثير (١) . المادة الأساسية
المكونة لطبقاته الخارجية . وربما لداخله

يقع المشتري . وهو اكبر السيارات . وراء
الحزام الرئيسي للكويكبات . تفوق كتلته
كتلة السيارات الأخرى مجتمعة . حتى قيل :
« ان النظام الشمسي مؤلف من الشمس
والمشتري وحطام منوعة » . يبلغ متوسط بعد



توابع أي سيار آخر . يبين
هذا الرسم الأحجام المقارنة
للسيارات الأربعة الداخلية
ولجزء من الشمس وجزء من
المشتري . على الرغم من بعده
عن الأرض . يظل المشتري
جرماً نيراً في السماء .

(٥) - ترى على سطح
المشتري مناطق نيرة واحزمة
قاتمة . فيما يلي التسميات
التي يستعملها الفلكيون دائماً

(٣) - يعود المشتري إلى
المقابلة كل ٣٩٩ يوما .
بحيث يستطيع علماء الفلك
مراقبته بوضوح لشهور عديدة
كل سنة . يبين هذا الرسم
البياضي هذه المقابلات بين
١٩٦٠ و ١٩٧٥ . لما كان مدار
المشتري كمدار الأرض . متغير
المركز . فمسافة المقابلة تتراوح
بين ٥٨٩ مليون كلم و ٦٦٩
مليون كلم . في عام ١٩٧٥
كان المشتري على اقرب مسافة
من الأرض .

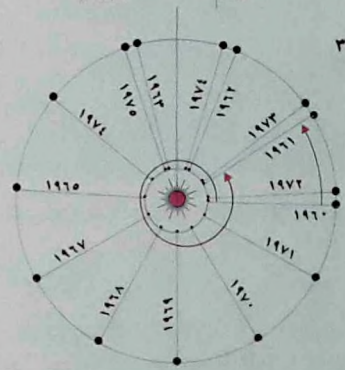
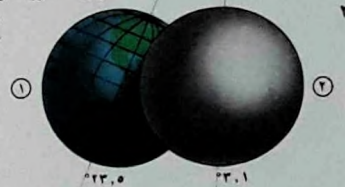
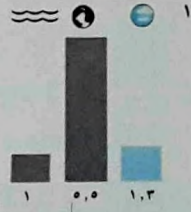
(٤) - لم يكن لقدامى
الفلكيين الذين اطلقوا على
المشتري اسم جوبيتر سيد
الآلهة الرومانيين اية فكرة عن
حجمه ولا عن عدد توابعه .
لكن اختياريهم للاسم كان
موفقاً . فالمشتري اكبر من
السيارات الأخرى مجتمعة .
بالرغم من ان قطره لا يتعدى
عشر قطر الشمس . ولإثنين
من توابع المشتري حجم يقرب
من حجم عطارد . اصغر
السيارات الرئيسية . ويغوي
عدد توابعه (١٤ تابعاً) عدد

غير ان هذه هي الكثافة
النسبية لكرة المشتري
بأكملها . علماً بأن الطبقات
الخارجية رقيقة نسبياً بينما
النواة اكثف من ذلك بكثير .

(٢) - يشكل محور الأرض
زاوية من ٢٣,٥ درجة مع
الخط المعامد لمستوي المدار
(١) . اما المشتري فلا تبلغ
زاوية محوره سوى ٢,١ فقط .

في الواقع يدور
كوكب المشتري
« منتصباً » .
وهو وحده .
بين السيارات
الأخرى . ذو
ميل محوري من
هذا النوع .

(١) - ليست كثافة المشتري
سوى ١,٣ ضعف كثافة الماء .
بينما كثافة الأرض هي ٥,٥ .



اصفر اللون من خلال المرقب أشرطة قاتمة
تعتبر احزمة من الغيوم . يوجد عادة حزامان
بارزان . يحتل كل واحد منهما جهة من
جهتي خط الاستواء . بينما قد يظهر احيانا
غيرهما بوضوح .

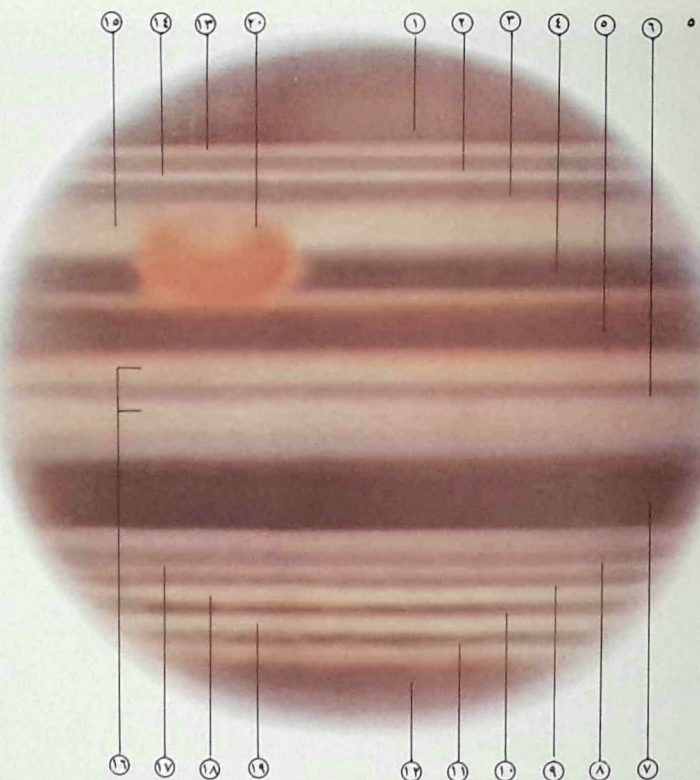
نظرا لسرعة الدوران المحوري للسيار .
تُرى الأشكال المختلفة تتغير على القرص حتى
في خلال دقائق معدودة . الواقع انه تم استنتاج
مدة الدوران المحوري عن طريق ملاحظات

ايضا . هي الهيدروجين . يستدل من مدة
دورانه المحوري القصيرة (اقل من ١٠ ساعات)
ان خطه الاستوائي يميل الى التمدد . وأية
مشاهدة عابرة من خلال مرقب تكفي لتبين
ان هذا السيار مسطح عند القطبين . يبلغ
قطر المشتري عند خط الاستواء ١٤٣٠٠٠ كلم .
بينما هو عند القطبين اقل من ١٣٥٠٠ كلم .

المشتري من خلال المرقب

تبدو على قرص المشتري . الذي يظهر

(٧) و (٨) الحزام
الاستوائي الشمالي الذي غالبا
ما يكون مقسوما ايضا الى
قسمين : (٩) الحزام المعتدل
الشمالي ، (١٠) الحزام
المعتدل الشمالي الشمالي ،
(١١) الحزام المعتدل الشمالي
الشمالي الشمالي ، (١٢)
المنطقة القطبية الشمالية ،
(١٣) المنطقة المعتدلة
الجنوبية الجنوبية ، (١٤)
المنطقة المعتدلة الجنوبية
الجنوبية ، (١٥) المنطقة
المدارية الجنوبية ، (١٦)
المنطقة الاستوائية الجنوبية ،
(١٧) المنطقة المدارية
الشمالية الشمالية ، (١٨)
المنطقة المعتدلة الشمالية
الشمالية ، (١٩) المنطقة
المعتدلة الشمالية البقعة
الشمالية ، (٢٠) البقعة
الحمراء الكبيرة والتجويف
الذي يرافقه . تشكل النظام ١
المنطقة الواقعة بين الطرف
الجنوبي للحزام الاستوائي
الشمالي والطرف الشمالي
للحزام الاستوائي الجنوبي .
للقسم الباقي من السيار
(النظام ٢) مدة دوران
محوري اطول بمعدل ٥
دقائق . تتعرض حدة ألوان
الأحزمة لتغيرات كبيرة .



(الجنوب الى فوق) : (١) الجنوبي ، (٢) الحزام
المنطقة القطبية الجنوبية ، المعتدل الجنوبي ، (٤)
(٢) الحزام المعتدل الجنوبي و (٥) الحزام الاستوائي
الجنوبي الذي كثيرا ما يُرى
مقسوما الى قسمين متميزين ،
(٦) الشريط الاستوائي ،

المشتري والبقعة الحمراء الكبيرة

غالباً ما تشاهد بقع على سطح المشتري .
لكن أكثرها عابر . تشذّ البقعة الحمراء
الكبيرة عن هذه القاعدة . إذ أنها ما لبثت
تُلاحظ منذ أكثر من ٣٠٠ سنة . أنها تغيب
أحياناً لفترة قصيرة . لكنها تعود أبداً إلى
الظهور . أصبحت هذه البقعة بارزة عام ١٨٧٨
عندما اتخذت شكلاً اهليلجياً أحمر قرميدياً
طوله ٤٨٠٠٠ كلم وعرضه ١١٠٠٠ كلم . فكان

من هذا النوع . فعندما يبلغ أحد هذه الأشكال
خط الطول المركزي كما يرى من الأرض .
يقال أنه في حالة عبور . والتوقيت المتتالي
لظواهر العبور هذه تمكن من تحديد مدة
الدوران المحوري . لا يدور المشتري كما يدور
جسم صلب . فلبعض مناطق خطوط العرض
مدد دوران مختلفة . فمعدل المدة في النظام ١
(بين الحزامين الاستوائيين) أقصر بخمس
دقائق من معدل مدة باقي السّيار .



مما يتكوّن المشتري ؟

جرت محاولات نظرية للبحث عن تركيب المشتري الداخلي . فهناك نظرية . ظلت قائمة عدة سنوات . مفادها ان السيار مؤلف من نواة صخرية تحيط بها طبقة سميكة من الجليد يعلوها الجو . لكن هذه النظرية اصحت اليوم مرفوضة . فقد بين التحليل الطبقي ان الغازات الخارجية غنية بالهيدروجين (مع مركباته كالأمونياك والميثان) . كما يعتقد ان الهيدروجين . الذي قد يكون في حالة سيولة . هو العنصر الأساسي الذي يتركب منه المشتري . وهذا ما يفسر معدل كثافته المنخفض . لكن . بالقرب من النواة . حيث الضغوط ودرجات الحرارة مرتفعة . قد يتخذ الهيدروجين بعض خصائص المعادن .

قد تبلغ الحرارة في وسط المشتري آلاف الدرجات . وهذا ما يفوق بكثير درجة حرارة وسط الأرض . مع ذلك . لا ريب في ان المشتري يعتبر سياراً حقيقياً لا نجماً صغيراً . حرارته الداخلية منخفضة نسبياً . بحيث انها لا تمكن من حدوث تفاعلات نووية . علاوة على ذلك يبدو ان المشتري يبتئ الى الخارج طاقة تفوق الطاقة التي كان ليبتئها لو كانت طاقته متوقفة كلياً على الشمس .

للمشتري سطح غازي او ربما سائل . مما لا يسمح بالهبوط عليه . يعتقد بعضهم ان الحياة يمكن ان تكون موجودة تحت الغيوم الخارجية . حيث توجد جميع العناصر الأساسية الضرورية للحياة . كما انه من الممكن ان تكون الحرارة محتملة . لكن هذه الفكرة موضوع جدل شديد . وسيبقى اثباتها غاية في الصعوبة في المستقبل القريب .

اكبر من مساحة سطح الأرض . عادت الى البروز ثانية منذ منتصف عام ١٩٦٠ . لسنوات عدة . ظن ان البقعة الحمراء نوع من « جزيرة » طافية على غازات المشتري الخارجية . فاختفي احياناً عندما تغرق في هذا المحيط . ومنهم من عزاها الى « عمود تايلر » . اي الى قمة عمود من الغاز الراكذ الناجم عن توقف التيار الجوي على اثر حادث طوبوغرافي على سطح المشتري .

(٦) - من احسن صور المشتري الملونة الملتقطة من الأرض ما اتمه ج . ب . كوبر بواسطة مرقب عاكس قطره ١٥٥ سم في مرصد كتلاين في تكساس (الجنوب الى فوق) . في ذلك الوقت كانت البقعة الحمراء الكبيرة بارزة والى جنوبها كانت بقعة بيضاء واضحة كل الوضوح . ترى بنية الأحزمة معقدة فعلاً . مع انها تبدو في مرقب صغير مستقيمة ومنظمة . ويرى ايضا ظل « غنيميد » .



(٧) - التقطت هذه الصور للمشتري من مرصد لويل في فلاغستاف بأريزونا في ٤ يونيو عام ١٩٧٢ (أ و ب) وفي ٢٥ يوليو عام ١٩٧٢ (ت) . تم الحصول عليها بجمع صور سجلت اصلا عبر المرقب على فلم ابيض واسود من خلال مرشحات ملونة . في ذلك الحين كان للنظام ١ بكامله . بين الشريطين الاستوائيين . لون برتقالي غير مألوف . الا ان هذه الظاهرة تضاءلت في منتصف عام ١٩٧٢ عندما التقطت آخر صورة .



منظر شامل للمشتري

من الأرض . فضلاً عن ذلك ، تزداد صعوبات توجيه السفينة كثيراً مع المسافة ، كما تزداد تعقداً مشكلة تلقي المعلومات التي ترسلها أجهزة البث من السفينة . إذ أن كمية الطاقة التي تبلغ الأرض من مسبار فضائي على بعد المشتري ضئيلة جداً . بسبب هذا البعد الشاسع .

السفينة الأولى الى المشتري
أطلق بايونير ١٠ ، وهو أول سفينة الى

تستغرق رحلة سفينة فضائية بضعة أيام للوصول الى القمر وبضعة أشهر للوصول الى المريخ أو الى الزهرة . لكن رحلة الى المشتري قد تستغرق سنتين تقريباً . لبعد هذا الكوكب ، الواقع على مسافة ٦٦٩ مليون كلم

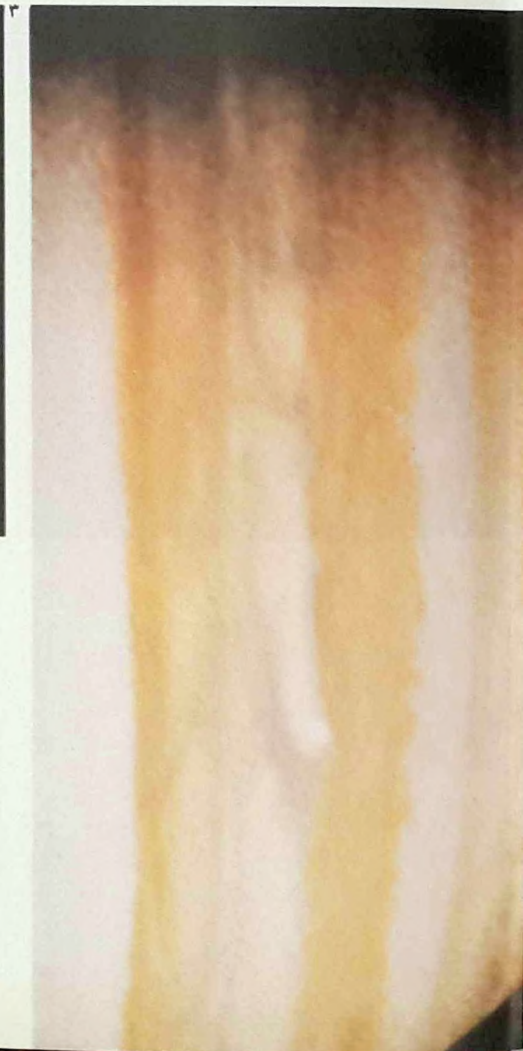
(١) - أخذت هذه الصور للمشتري في ١ ديسمبر عام ١٩٧٣ . عندما كان المسبار بايونير ١٠ يقترب منه . كانت السفينة عندئذ على مسافة ٢٥٠٠٠٠ كلم تقريباً من الكوكب . ترى البقعة الحمراء الكبيرة بوضوح مع اشارات صورية عن بنيتها . وهي واقعة في منطقة فاتحة . تلاحظ أيضاً الأحزمة وهي غير منتظمة الجوانب . القرص الأسود هو ظل « يو » ، وهو التابع الداخلي من توابع المشتري الكبيرة . ويدور خارج دائرة الكوكب المغنطيسية . وهو أكبر من قمرنا .



(٢) - صور بايونير ١٠ هذا الجزء من سطح المشتري في شهر ديسمبر عام ١٩٧٣ عن بعد ١٨٠٤٠٠٠ كلم . تظهر فيه احدي « الخصل الريشية » المشهورة . يُظن أن جسيمات غيمية تتكون من الأسفل بالقرب من نواة الخصلة ثم تنتشر في النواة . يبلغ ذيل الخصلة أكثر من ٦٤٠٠٠ كلم .

هناك تكون ذات اشعاع قوي . من نوع أحزمة
فان ألن المحيطة بالأرض . لذلك كان العلماء
عامّة حذرين من احتمال تأثير اشعاعات
المشتري على الأدوات الموجودة في السفينة
الفضائية . خصوصاً وأن خطة بايونير ١٠
كانت تقضي بأن يمر فوق خط استواء
الكوكب العملاق . حيث شدة الاشعاع تفوق
ما هي عليه في قطبيه .
في الواقع ، قام بايونير بمهمته بشكل

المشتري . في شهر مارس ١٩٧٢ . ولم يصل
الى هدفه الا في شهر ديسمبر ١٩٧٣ . كانت
مهمته الأساسية دراسة أحوال المنطقة
المحيطة بالسيار وارسال صور عنها . ذلك ان
ب . ف . بورك و . و . فرنكلن الأميركيين
كانا قد ألتقطا صدفه عام ١٩٥٥ بعض
الابتعاثات الاشعاعية الصادرة عن المشتري .
والتي تدل على وجود مجال مغنطيسي قوي
في هذا الكوكب . فرجّح بالتالي وجود مناطق



١١ قد ألتقط هذه الصورة في ٦
ديسمبر عام ١٩٧٤ . ومن
المفيد مقارنة الخصلة الشعرية
الاستوائية مع الشهد الذي يري
في الرسم ٢ . الخصلة البيضاء
ما تزال واضحة . وهي في
الواقع طويلة العمر ، اذ ترقى
تسجيلاتها من الأرض الى سنة
من سنوات المشتري . ويبدو
ان شكلها لم يتغير الا قليلاً .

والخصلة ذاتها أعلى من الغيوم
المجاورة .

(٣) - مر المباران بالقرب
من المشتري . وبينهما سنة
(بايونير ١٠ في ديسمبر ١٩٧٣
وبايونير ١١ في ديسمبر
١٩٧٤) . كان من المهم طبعاً
ملاحظة أي تغيير أساسي طرأ
على بنية سطح الكوكب
خلال هذه المدة . كان بايونير

بسرعة نسبية عبر المناطق الاستوائية في محاولة ناجحة لتحاشي خطر مناطق الاشعاع . أرسلت معلومات جديدة جاءت تثبت نتائج بايونير ١٠ .

انجازات المسبارين

جاء المسباران بالجواب عن بعض الأسئلة حول المشتري . لكن كثيراً من الألغاز ما تزال قائمة . فهناك أولاً مسألة البقعة الحمراء

ممتاز . فمر على مسافة ١٣٢٠٠٠ كلم من المشتري . وأرسل معلومات عن المجال المغنطيسي أثبتت أنه قوي . وإن كانت بنيته تختلف عن بنية المجال الأرضي . كما أرسل معلومات عن مناطق الاشعاع .

بعد سنة . عقبه بايونير ١١ . وكان قد أطلق في شهر مارس ١٩٧٣ . وبلغ المشتري في شهر ديسمبر ١٩٧٤ . كان الاقتراب هذه المرة من جهة قطب الكوكب . ثم تقدمت السفينة

(٤) - التقط بايونير ١١ هذه واضحة المعالم . حتى انها الصورة في ٦ ديسمبر عام ١٩٧٤ عن بعد ١١٠٠٠٠٠ كلم . لا يبدو اليوم أن ثمة مجالاً تبرر البقعة الحمراء الكبيرة للشك بأنها نوع من عاصفة بوضوح . ويتبين من تفحصها دوامية . أما اذا كانت الدقيق ان لها بنية داخلية متضائل تدريجاً أم لا . فهذا

٤



أمر لا يزال قيد البحث . لكن مما لا ريب فيه ان مظهرها ما يزال كما كان عليه في القرن السابع عشر . عندما شوهدت للمرة الأولى . لاحظ وجه المشتري الواضح كل الوضوح . من المشتري - القطب الشمالي عند خط العرض ٥٠ تقريباً . يقع القطب ذاته تقريباً على الخط الفاصل المار عبر قمة السيار . هذه الصورة من أهم الصور التي تم الحصول عليها . لأنها تبين الفرق الواضح في البنية بين المناطق القطبية والمنطقة الاستوائية . نحو القطب خط مائل الى الزرقة يلاحظه المراقبون من الأرض .

(٥) - تبين هذه الصورة التي التقطها بايونير ١١ في ١٢ ديسمبر عام ١٩٧٤ - عندما كان على مسافة ١٢٠٧٠٠٠ كلم



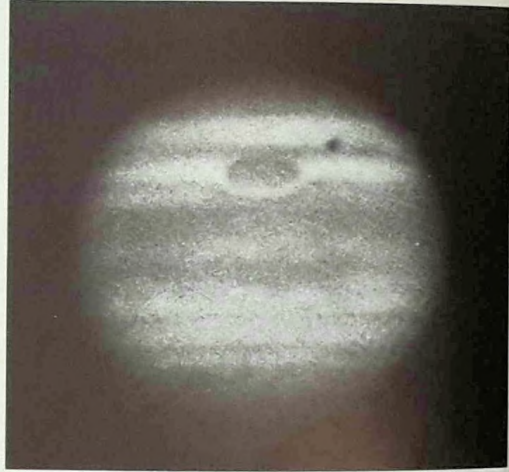
المعالم .

تقع المناطق الفاتحة على سطح السيار على ارتفاع يفوق ارتفاع الأحزمة القائمة . كما هي أبرد منها بعدة درجات . وهذا ما كان متوقعا . لكنه أكتشف أيضاً أن حرارة القطبين لا تختلف عن حرارة خط الاستواء . فلو كانت حرارة المشتري متوقفة على تلك التي يتلقاها من الشمس ، لكان القطبان أبرد المناطق . من الواضح إذن أنه لا بد أن يكون هناك مصدر حرارة داخلي . وإذا كانت هذه الحرارة الداخلية أشد فعلاً عند خطوط العرض المرتفعة ، فلا بد أن يكون لذلك أثر واضح على بنية الطبقات الغازية . من شأنه أن يحدث تشويشاً وتيارات حمل حراري . وهذا ما يحصل فعلاً ، كما تبين من الصور التي ألتقطها المسباران (٥) .

اكتشافات لاحقة

لم تكن التحقيقات الدقيقة حول بنية تلك الطبقات الغازية ممكنة سابقاً ، لأنه لم يكن بالإمكان أن تشاهد من الأرض تفاصيل بدقة تلك التي تكشف عنها الصور المأخوذة عن مسافة قريبة نسبياً . فاستقرار الأحزمة والمناطق يبدأ بالتلاشي عند الدرجة ٤٥ عرضاً ، ويأخذ عدم الاستقرار بالتزايد . كلما اقتربنا من القطبين ، كما تدل على ذلك العواصف العديدة في الأحزمة الغيمية (٥) . من بين الأشكال الطريفة الأخرى الأشكال المسماة « الخصل الريشية » التي لها مظهر المذنبات (٢) . سجل بايونير ١٠ خصلة منها ظلت موجودة عند مرور بايونير ١١ بعد ذلك بسنة . وكانت موجودة منذ عام ١٩٦٤ .

الكبيرة التي هي ، بسبب حجمها ولونها وبسبب استمرار وجودها . فريدة من نوعها على المشتري . فقد تبين الآن أن نظرية « الجزيرة العائمة » خاطئة . إذ ليست البقعة جسماً نصف جامد طافياً على جو المشتري الخارجي ، بل يجب تصنيفها كإحدى ظواهر هذا الكوكب الجوية . فضلاً عن ذلك ، أظهرت بعض صورها ، التي أرسلها المسباران الرائدان (١ ، ٤) أن لها بنية داخلية واضحة



(٦) - المقارنة بين هذه الصورة للمشتري الملتقطة من الأرض عام ١٩٦٤ وبين الصور المرسله من بايونير تبرز مدى التفاصيل التي يمكن الحصول عليها بواسطة المسابير الفضائية .

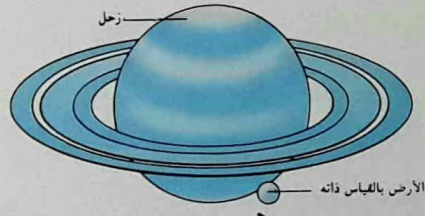
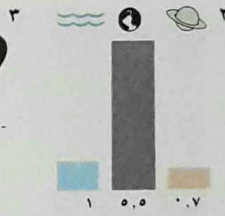
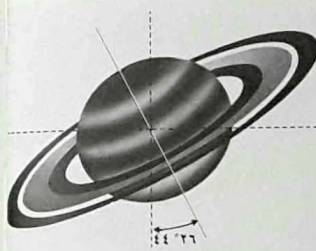
زحل

متوسط المسافة بين زحل والشمس ١٤٢٧ مليون كلم . وتستغرق مدة دورانه الفلكية ٢٩.٤٦ سنة . ويدخل في المقابلة مرة كل ٣٧٨ يوما تقريبا ، مما يتيح الفرصة لمراقبته في ظروف مؤاتية طيلة عدة أشهر في كل سنة .

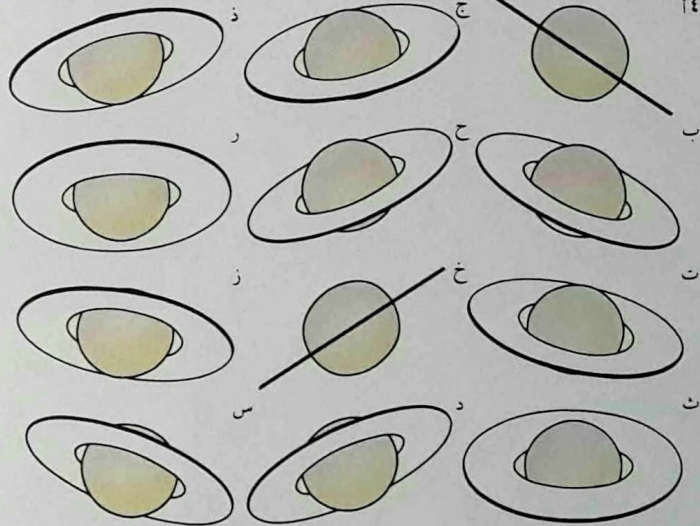
مميزاته الفيزيائية

زحل ثاني السيارات حجما (١) . يبلغ

زحل أبعد السيارات المعروفة منذ القدم . ويرى بالعين المجردة . قبل عهد المرقب . لم يكن بالإمكان رؤية حلقاته الفريدة من نوعها . وهي مشهد من أجمل المشاهد في القبة الزرقاء .



محيط . يطفو على سطحه . يعود سبب هذه الكثافة المنخفضة الى طغيان العناصر الخفيفة المكوّنة له . من هيدروجين وهيليوم . تبين الأعمدة متوسط كثافة كل من الأرض وزحل بالمقارنة مع كثافة الماء .

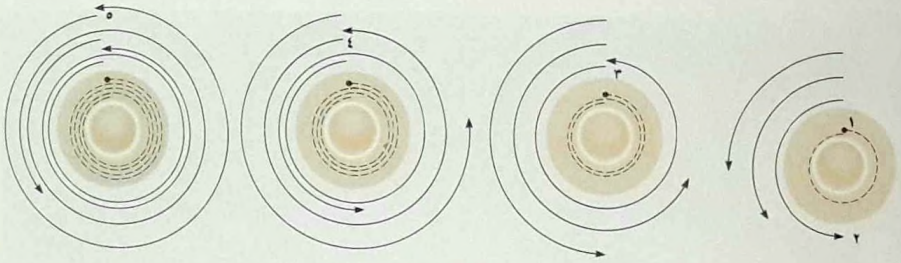


(٢) - يبلغ معدل كثافة كرة زحل ٠.٧ من كثافة الماء . وهذا هو دون كثافة أي من السيارات الرئيسية الأخرى . لذلك قيل أن زحل . اذا بقي في

الأرض أن تجد لها مكانا بين حلقة « الكريب » وسطح السيارة .

(١) - زحل سيار عملاق . لكنه لا يبلغ ضخامة المشتري . حجمه يفوق ب ٧٤٤ ضعفا حجم الأرض . في مقياس هذا الرسم البياني . تستطيع

زحل عملاق غازي يشكل الهيدروجين
عنصره الرئيسي . اكتشفت في جوه كمية من
الميثان تفوق الكمية الموجودة في جو المشتري .
وكمية من الامونياك أنقص منها . لأن الحرارة
المنخفضة قد جمّدت الكثير من الامونياك
بعيدا عن جو السيار . مع أن كتلة زحل تفوق
ب ٩٥ ضعفا كتلة الأرض . يعتقد العلماء أن
جاذبيته السطحية لا تفوق جاذبية الأرض الا
قليلا .



Digitized by Ahmed Barod

الخارجية (أ) ١٦... كلم .
الحلقة (ب) أكثر ضياء .
ويبلغ عرضها ٢٧... كلم .
بين (ب) والسيار حلقة
الكريب (١) التي تصعب
رؤيتها . يفصل بين الحلقتين
(أ) و (ب) فاصل كسبيتي
(٢) .

(٧) - على الرغم من أن
زحل يبدو ساطعا . فمن
المتحيل بالعين المجردة تميز
أي شيء من نظام حلقاته
المعقد الذي يشكل جزءا لا
يتجزأ منه . الوسيلة الوحيدة
لمعرفة زحل من بين النجوم
هي مراقبة حركته البطيئة من
ليلة الى أخرى . في هذه
الصورة يرى زحل في مجاله
بين النجوم .

رؤيتها من الأرض . فهي تقع
في فترات منتظمة في مستوى
الشمس والأرض (أ) . فتبدو
عندئذ منفحة حتى تبلغ
أقصى انفتاحها (ت) . ثم
تنغلق من جديد . وعندما
يتجه قطب زحل الجنوبي
باتجاه الشمس . تظهر الجهة
الجنوبية من الحلقات . لكن .
في ذلك الوقت . يكون قسم
من النصف الشمالي لكرة
الكوكب محجوبا (أ-خ) .
في ما بعد . تظهر الجهة
الشمالية من الحلقات
(د-س) . في هذه الرسوم
البيانية يقع الجنوب الى
فوق .

(٦) - اكتشف كسبيني عام
١٦٧٥ الفاصل الوحيد البارز
في حلقات زحل والذي سببه
فعل التجاذبية لتوابع زحل
الثلاثة الداخلية . مدة دوران
جسيم في منطقة فاصل
كسبيني (١) تبلغ نصف مدة
دوران ميماس (٢) . فينتج
عن ذلك انه . عندما يكون
هذا الجسيم قد أكمل دورتين
لا يكون ميماس قد أكمل الا

(٥) - لزحل ثلاث حلقات
رئيسية . يبلغ عرض الحلقة

(٣) - يبلغ انحناء محور
زحل بالنسبة الى مستوى
مداره ٢٦ و ٤٤° . أي أكثر
بقليل من انحناء محور
الأرض . وتقع الحلقات تماما
في مستوى خط استواء
السيار .

(٤) - تختلف مظاهر حلقات
زحل اختلافا كبيرا عند

(٥) . تحيط بالسيار حلقتان ساطعتان (أ) و (ب) تفصل بينهما منطقة قاتمة دعيت « فاصل كسيني » تكريما لجيوفاني كسيني (١٧٨٩ - ١٨٥٩) الذي اكتشفها . على مسافة أقرب من السيار ، حلقة باهتة نصف شفافة اكتشفها عام ١٨٥٠ ، كل على حدة . وليم بونو (١٧٨٩ - ١٨٥٩) من هارفرد ، و ر . د ايفيس من إنجلترا ، وتعرف عادة باسم حلقة « الكريب » او الحلقة القاتمة او

يتكون زحل في الدرجة الأولى من الهيدروجين . من المرجح أن تكون . حول نواته . درجة الحرارة مرتفعة والضغط قويا والهيدروجين في حالة معدنية . حتى الآن لم تتوافر الأدلة على وجود مجال مغناطيسي فيه .

النظام الحلقي المشرق حول زحل
ميزة زحل الكبرى هي نظامه الحلقي



(٨) - الثقط جبرارد كويبر الحلقة (أ) . ويرى في داخل الحلقة (أ) ذاتها فاصل انكه . كان كويبر يعتقد ان فاصل انكه هو كناية عن اعوجاج في الحلقة لا ثغرة حقيقية . يظهر ظل الحلقات على القرص بوضوح . المنطقة عند خط استواء السيار مضيئة . أما المناطق القطبية فتظلم .
(٨) - الثقط جبرارد كويبر الحلقة (أ) . ويرى في داخل الحلقة (أ) ذاتها فاصل انكه . كان كويبر يعتقد ان فاصل انكه هو كناية عن اعوجاج في الحلقة لا ثغرة حقيقية . يظهر ظل الحلقات على القرص بوضوح . المنطقة عند خط استواء السيار مضيئة . أما المناطق القطبية فتظلم .

اثبت بالحسابات انها مجال يتحطم فيه التابع بمجرد ولوجه فيه . تقع حلقات زحل ضمن حدود مسافة روش هذه . فلا يمكن اذن أن تكون من مادة صلبة ولا سائلا متماسكاً . تتكون هذه الحلقات بالأحرى من جسيمات صغيرة هي من جليد أو مغطاة بالجليد . يدور كل جسيم منها حول زحل كتابع قزم في مدار مستقل .

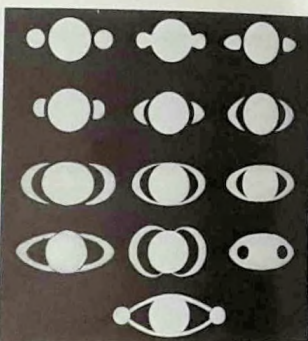
يُرى نظام الحلقات بسهولة من خلال مرقب صغير . تقع الحلقات في مستوي خط استواء اليسار ، وهذا ما يمكن من رؤيتها مرارا من زاوية ملائمة (٤) . عندما تكون حافتها باتجاه الأرض . كما حدث ذلك عام ١٩٦٦ وكما سيحدث عام ١٩٨٠ ، تظهر بشكل خط رفيع من الضوء ، فلا يمكن رؤيتها اذ ذاك الا بواسطة مراقب قوية .

معلومات من المسابير الفضائية

نظرا لبعد زحل عن الأرض ، تستغرق حتما مسيرة مسبار فضائي عدة سنوات للوصول اليه . كان بايونير ١١ أول مسبار وجّه الى زحل ، وقد مر في شهر ديسمبر من عام ١٩٧٤ بالقرب من المشتري . فأرسل الى الأرض صورا ممتازة ومعلومات متنوعة عنه . ثم تابع سيره للقاء زحل خلال العام ١٩٧٩ . من المقرر أن يخترق نظام الحلقات . لكن هل ستبقى الأدوات الموجودة في المسبار صالحة للعمل بعد ذاك ؟ كل ما نعلمه بالتأكيد الآن هو أن هناك في الفضاء البعيد مسباراً من طراز مارينر متجها الى زحل وانه لن يمضي وقت طويل قبل حصولنا منه على معلومات مفصلة عن السيار ذي الحلقات العجيبة .

الحلقة ت . ثم اكتشف الفلكيون الفرنسيون عام ١٩٠٩ حلقة أخرى قائمة خارج الحلقة (أ) عُرفت باسم الحلقة (ث) . غير ان بعض علماء الفلك يشكّون في وجود مثل هذه الحلقات التي لم يُبرهن على وجودها بعد . كذلك لم يبتّ بعد في قضية الفواصل الاضافية بين الحلقات ، واشهرها فاصل انكه . اطلق ادوار روش (١٨٢٠ - ١٨٨٣) اسمه على المسافة بين مركز السيار وتابعه بعد ان

(١٠) - كان زحل يشكل لغزا لستعملي المرقب الأوائل . يُظن أن أول رسم للسيار كان من عمل غليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) الذي لم يكن لديه مرقب بقوة كافية لرؤية نظام الحلقات على حقيقته . فاعتقد ان زحل مؤلف من ثلاثة سيارات . لكنه . بعد سنين من المراقبة . فوجئ . باختفاء الحلقات . لأنها خلال هذه المدة كانت قد أدارت حافتها نحو الأرض .



(١١) - وضع هذا الرسم . في شهر أغسطس عام ١٩٦٣ ، ولّ هاي . وهو فلكي بريطاني من الهواة المعروفين . كان مرصده الخاص بالقرب من لندن . ترى فيه البقعة البيضاء التي ظهرت فجأة في المنطقة الاستوائية وظلت بارزة خلال عدة أسابيع . ثم أخذت تتسطيل تدريجا وأخذ الجزء من القرص الذي يتبعها يصبح قائما . حتى أخفت حافتها الجبهة كتلة من المادة المذفوفة من تحت الطح المرئي . شوهدت أيضا بقع أخرى من النوع ذاته .



(٩) - يظهر في هذه الصورة النصف الجنوبي لكرة زحل . بينما تغطي الحلقات قسما من النصف الشمالي . يظهر بوضوح الفرق بين لمعان الحلقة (أ) والحلقة (ب) لأن الثانية أكثر ضياء بكثير من الأولى .

أقمار المشتري وزحل

من توابع المشتري ، وتيتان من توابع زحل
(١) . وفئة التوابع التي هي أصغر من
القمر .

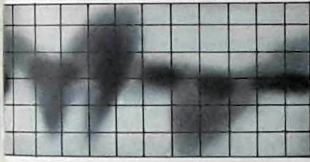
توابع المشتري

اكتشف غاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) . في
شئاء ١٦٠٩ - ١٦١٠ وبواسطة أحد مراقبه الأولى .
توابع المشتري الأربعة النيرة ، وهي يو واوربا
وغانيميد وكلبيستو . يكون بالامكان رؤيتها

لكل من السيارين العملاقين أسرة كبيرة
من التوابع . فللمشتري ١٣ مرافقاً معروفاً
ولزحل ١٠ . ويبدو أنها تنتمي الى فئتين
متميزتين : فئة التوابع التي هي أكبر من قمر
الأرض وهي أربعة : يو ، غانيميد ، كلبيستو



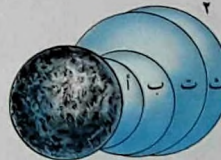
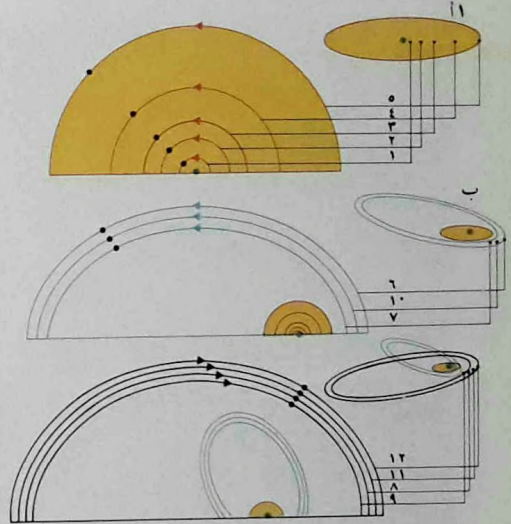
الذي اكتشف حديثاً ، في ٣
الفئة الثالثة (ت) ٤ توابع
حركتها تراجمية وتحمل أرقام
١٢ و ١١ و ٨ و ٩ .



(٢) - تبدو هنا توابع غاليليو
الأربعة ، اوروبا (أ) ويو
(ب) وغانيميد (ت)
وكلبيستو (ث) . مقارنة مع
حجم القمر ، اوروبا اصغر من
القمر ، لكن يو أكبر منه
بقليل . ويربو قطره على
٣٦٠٠ كلم ، اما غانيميد
وكلبيستو . فيقرب حجمهما من
حجم عطارد . اذ يبلغ قطر
غانيميد ٥٠٠٠ كلم في حين ان
قطر عطارد يبلغ ٤٨٨٠ كلم .



(٣) - يمكن تمييز التفاصيل
على سطح توابع غاليليو
بواسطة مراقب قوية جداً .
لون يو (أ) برتقالي فاتح
عند خط الاستواء وقاتم عند
القطبين . وهذا ما أكده مسبارا
بايونير ، لأوروبا (ب)
سطح يفوق التوابع الأخرى
الثلاثة سطوحاً . وهي ، بعكس
يو . تبدو منطقتها الاستوائية
قائمة وقطبها فاتحين . ومن
الممكن ان يكون سطحها



(١) - تنتمي توابع المشتري
الى ثلاث فئات متميزة ، تضم
الفئة الاولى (أ) أولاً أمثلها
(١) التي تتميز بأن قطرها
لا يتعدى ٢٠٠ كلم . جاعلاً
منها كويكباً من حيث
الحجم . ثم التوابع الأربعة
التي اكتشفها غاليليو في عامي
١٦٠٩ - ١٦١٠ . وهي يو (٢)
واوروبا (٣) وغانيميد (٤)
وكلبيستو (٥) . وبتراوح
متوسط ابعادها عن المشتري

بين ٤٢٢٠٠٠ كلم (يو)
و ١٨٨٠٠٠٠ كلم (كلبيستو) ،
تتألف الفئة الثانية (ب) من
ثلاثة توابع . هي السادس
والعاشر والسابع (٦ ، ١٠ ، ١١)
(٧) يضاف اليها الثالث عشر

مغطى بالجليد ، اما غانيميد .
(ت) فهي أسهل توابع غاليليو
للدراسة . وقد صورتها مسابير
بايونير . فظهرت على
سطحها مناطق ساطعة وبعض
المناطق القاتمة التي يمكن
تشبيهها ببحار القمر ، لكلبيستو

جميعاً بالعين المجردة ، لو لم يكن يحجبها
لمعان السيار ذاته .

من الممكن مشاهدة التوابع « الغاليلية »
بأي مرقب . وهي ترى في خط واحد ، لأن
مداراتها تقع كلها في مستوي المشتري
الاستوائي . كذلك من السهل مراقبة حركاتها
وما يحدث لها . فقد يمر تابع عابراً أمام
قرص المشتري (٤) . وقد يمر وراءه
فيختفي . أو قد يخسفه ظل المشتري (٨) .

ترى أيضاً الظلال العابرة على القرص .
لجميع التوابع الغاليلية أقراص تُرى بوضوح .
وبامكان المرقب الكبير أن يكشف تفاصيلها .
وقد صورت مسابير بايونير عام ١٩٧٣ وعام
١٩٧٤ التابعين يو وغانيميد .

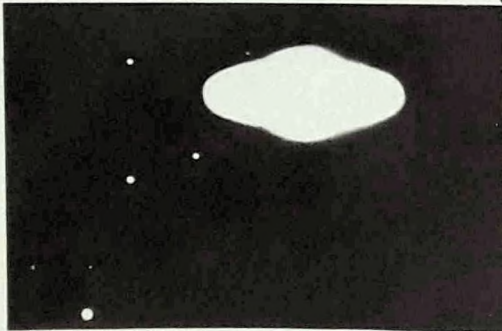
غانيميد أكبر توابع المشتري وأكثرها
لمعاناً . يبلغ قطره ٥٠٠٠ كلم تقريباً حسب
القياسات الحديثة . وعلى هذا يكون أكبر
حجماً من عطارد . يضاويه كليسو حجماً .



(ث) قدرة عاكسة منخفضة نسبياً . وليست تفاصيله واضحة . وضع دولفوس هذه الرسوم . معتمداً على مراقباته من مرصد بيك دي ميدي ومستخدماً مرقباً عاكساً قطره ٦٠ سم .



(٤) - عندما يمر تابع امام قرص المشتري ، يبدو كأنه بقعة ساطعة . التابعان الداخليان الكبيران يو واوروبا يشاهدان بوضوح أكثر مما يشاهد غانيميد وكليستو عند العبور امام القرص . وذلك لأن قدرتهما العاكسة أكبر . وتشاهد ظلّاهما العابرة بوضوح تام . في هذه الصورة ، التي التقطت بمرقب عاكس في مرصد كتلينا بتكساس قطره ١٥٥ سم ، يُرى ظل غانيميد كبقعة سوداء جلية خلفيان .



(٥) - أقرب توابع زحل اليه (أ) هي من اليمين الى اليسار ، ديونه تيثيس ، ميماس أنسلادوس . ريا . تيتان . بولغ في تعرض زحل قصداً ، ولولا ذلك لما ظهرت التوابع القريبة الضعيفة

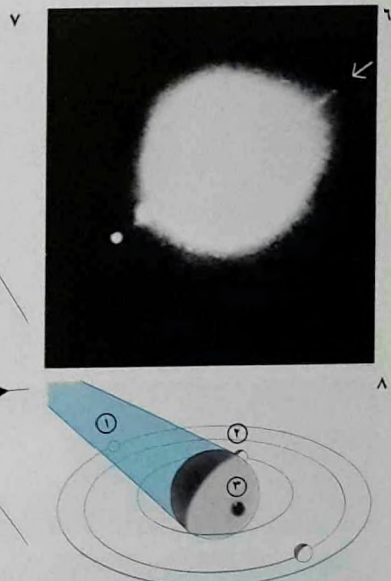
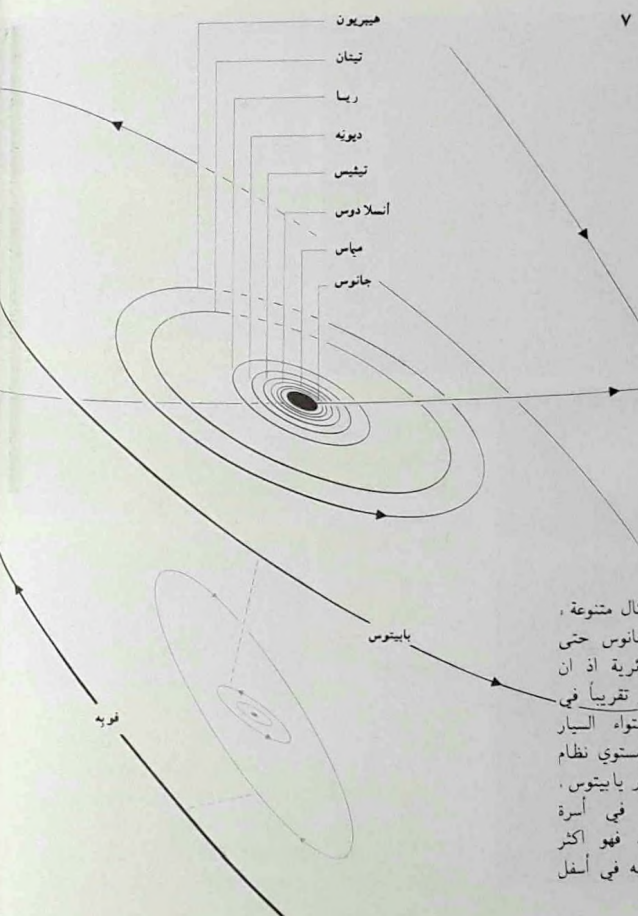
السيار، يقع مداره داخل مدار يو . يبلغ متوسط بعده عن مركز المشتري ١٨١٠٠٠ كلم ويستغرق دورانه حوله ١١ ساعة و ٥٧ دقيقة . يقدر قطره بـ ٢٠٠ كلم ، لذلك لا يرى بالمراقب الصغيرة . سمي أمثلثاً ، غير أن هذا الاسم لا يبدو أنه اسمه الرسمي . جميع التوابع الأخرى هي من نوع الكويكبات .

تيتان : التابع الفريد

تختلف أسرة توابع زحل عن أسرة توابع

لكنه أقل منه تماسكاً . لذلك فهو دونه كثافة . أما يو وأوربا ، فهما أقرب إلى القمر حجماً وكثافة . اكتشف بايونيير ١٠ أن يو له جو رقيق وطبقة مؤينة تؤثر على البث الاشعاعي من المشتري ، إذ أن يو يدور عبر الطبقة الخارجية من جو المشتري المغنطيسي .

التوابع الباقية أصغر بكثير . فالتابع الخامس ، الذي اكتشفه عام ١٨٩٢ ادوار برنار (١٨٧٥ - ١٩٢٢) . وهو أقرب التوابع إلى



المقياس ، لها أشكال متنوعة ، فالمدارات من جانوس حتى هيريون شبه دائرية إذ أن هذه التوابع تدور تقريباً في مستوى خط استواء السيار الذي هو واحد ومستوي نظام الحلقات ، أما مدار باييتوس ، العضو الخارجي في أسرة التوابع الرئيسية ، فهو أكثر انحناء ، ترى فوبه في أسفل

(٦) - لا يرى جانوس (المشار إليه بهم) إلا عندما يكون حواف حلقات المشتري باتجاه الأرض . التابع المتألق إلى اليسار هو مياس . التقط دولفوس هذه الصورة من مرصد بيك دي ميدي .

(٧) - مدارات توابع زحل ، التي ترى هنا حسب

في مدار دائري منحني بنصف درجة عن مستوى الحلقات . مدة دورانه حول السيار ١٥ يوماً و٢٢ ساعة و٤١ دقيقة . يقدر قطره بستة آلاف كلم . وهو أضخم بكثير من القمر . بل أضخم حتى من عطارد .

يتميز تيتان بأنه التابع الوحيد المعروف في النظام الشمسي الذي له جو لا يستهان به . قوامه الأساسي من الميثان . وضغطه على سطح التابع ١٠٠ مليبار تقريباً . أي عشرة أضعاف الضغط على سطح المريخ .

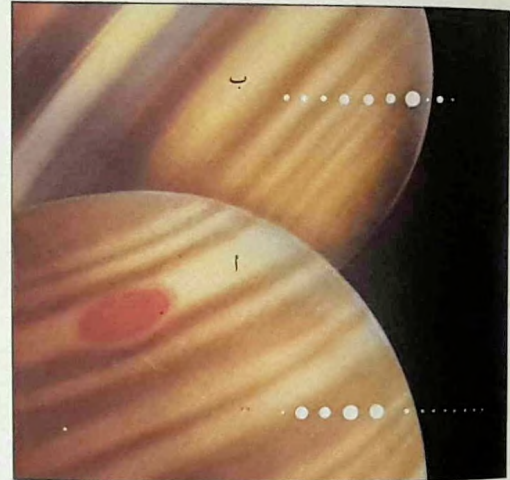
توابع زحل الأخرى

توابع زحل الأخرى أصغر بكثير من تيتان . للاربعة الداخلية منها (جانوس وميماس وأنسلادوس وتيثيس) كثافة منخفضة . وقد لا تكون هذه التوابع سوى كرات ضخمة من الجليد . أكبرها هي تيثيس . ويبلغ قطرها حوالي ١٠٠٠ كلم . أما التابع الداخلي الأقرب إلى السيار . وهو جانوس . فقد اكتشفه أودوين دولفوس عام ١٩٦٦ . وهو لا يُرى . الا عندما يكون حفر الحلقات باتجاه الأرض .

من التوابع البعيدة عن زحل ديونه وريا . وهما أكثر كثافة وأكبر كتلة من القمر وان كانتا أصغر منه حجماً . أبعد منهما يأتي بالترتيب : تيتان : هيبريون : يابيتوس الذي يكون أكثر ضياء عند مروره غربي السيار مما يكون عليه عند مروره شرقيه : أخيراً يأتي فوبه الذي يقع على مسافة ١٣ مليون كيلو متر من زحل . وهو تابع قزم . وتدل حركته التراجعية على أنه قد يكون كويكباً وقع في الأسر .

المشتري اختلافاً كبيراً . فمن بينها تابع واحد . تيتان . له حجم السيارات . وتابع واحد آخر . هو فوبه . ينتمي بلا شك إلى فئة النجيمات . أما التوابع الأخرى . فهي من نوع متوسط .

عام ١٦٥٥ . اكتشف الفلكي الهولندي كريستيان هويغنز (١٦٢٩ - ١٦٩٥) التابع تيتان . وهو جرم يرى بواسطة مرقب صغير . انه يدور حول زحل على بعد ١٢٢٠٠٠٠ كلم .



السيار مع هيبريون ويابيتوس . وحركتها تراجعية وقد تكون كويكباً وقع في الأسر . في عام ١٩٠٥ . شاهد وليم بيكرنج تابعاً بين تيتان وهيبريون . لكنه لم يَرِ منذ ذلك الحين . من الممكن ان يكون هذا الفلكي قد اعتبر . خطأ . أحد النجوم تابعاً .

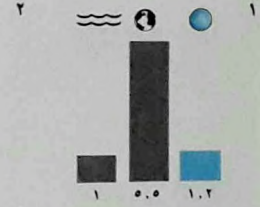
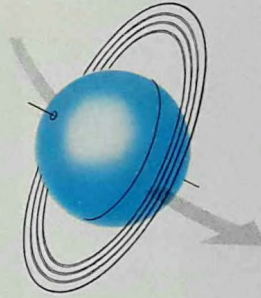
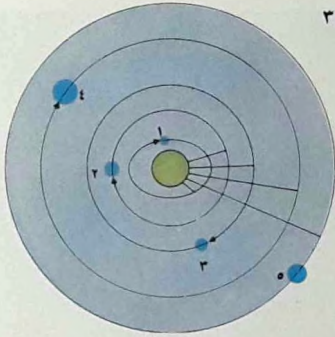
(٩) - للمشتري (أ) ١٣ تابعاً ولزحل (ب) ١٠ . لاربعة من توابع المشتري ولواحد من توابع زحل أحجام كبيرة .

(٨) - تسهل مراقبة توابع غاليليو بسبب مداراتها . قد

الكواكب السيارة الخارجيّة

الفلكيين . لم يتوّفّع هؤلاء العثور على سيارات أخرى ؛ لكن . عندما كان وليم هرشل (١٧٧٨ - ١٨٢٢) يرسم . عام ١٧٨١ . خريطة نجوم كوكبة الجوزاء . وقع على جرم بشكل قرص كان يغيّر مكانه بوضوح بين ليلة وأخرى . فظن أنه مذنب . حتى جاءت الحسابات التي أجراها لمداره فيما بعد لكسيل ولا بلاس . فتبيّن منها ان هذا الجرم كوكب يقع في نقطة أبعد من زحل .

في الأزمنة القديمة . اعتبر زحل أبعد السيارات المعروفة . كانت تعرف آنذاك من النظام الشمسي سبعة أجرام رئيسية (السيارات الخمسة المرئية بالعين المجردة والشمس والقمر) . ولما كان للرقم ٧ طابع مقدس عند



(١) - تبلغ كثافة أورانوس ١,٢ كثافة الماء . أي أكثر بقليل من كثافة المشتري . وأكثر بكثير من كثافة زحل . لكن أقل من كثافة الأرض (٥,٥) .

(٢) - تستغرق دورة أورانوس المحورية حوالي ١١ ساعة على خط الاستواء وأكثر من ذلك بقليل عند القطبين . يبلغ انحناء محوره بالمقارنة مع الأرض ٩٨ درجة . وهذا الأمر فريد في النظام الشمسي . أفضى احتجاب الكوكب عام ١٩٧٧ الى تأكيد وجود نظامه الحلقي المضمن

من ٥ الى ٧ حلقات تقع في مستوى خط الاستواء . هذا النظام شبيه الى حد ما بنظام زحل . لكنه أضيق منه .

(٣) - مدارات توابع أورانوس

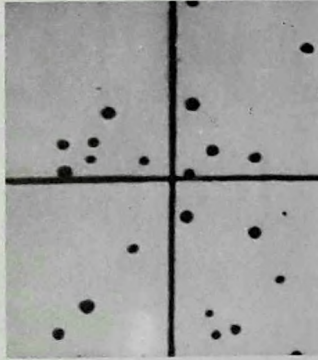


أصفر التوابع . وآخر ما اكتشف منها .

(٤) - عندما كان غاله ودارست يبحثان عن نبتون عام ١٨٤٦ استناداً الى

عندما يدير السيار قطبه نحو الأرض . تبدو المدارات دائرية . لكن عندما يدير خطه الاستوائي (كما حدث عام ١٩٤٥) . تبدو المدارات خطية تقريباً . ميراندا هي

الخمسة تبدو في هذا الرسم البياني . كما تظهر لمراقب ينظر الى قطب السيار . وهي : ميراندا (١) . اربيل (٢) . أومبريل (٣) . تيتانيا (٤) . أوبيرون (٥) .

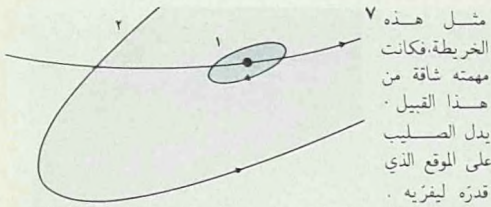


أورانوس وتأرجحه الغريب

أورانوس كوكب باهت لا يُرى بالعين المجردة. فليس عجباً إذن أن يبقى مجهولاً حتى اكتشفه هرشل عرضاً . السيار عملاق يبلغ قطره ٥١٨٠٠ كلم . أي أقل من نصف قطر زحل . طبقاته الخارجية على الأقل غازية . وحرارة سطحه منخفضة جداً . بالمقرّب . يبدو أورانوس قرصاً مائلاً الى الخضرة . تحززه أحزمة فاتحة وغامقة .

يبلغ متوسط بعد أورانوس عن الشمس ٢,٨٦٩,٦٠٠,٠٠٠ كلم . وتدوم دورته الفلكية ٨٤ سنة . أما دورانه المحوري فيتم في ١١ ساعة تقريباً (٢) . ميل محور أورانوس غاية في الغرابة . إذ يبلغ ٩٨ . أي ما يزيد عن زاوية قائمة . مما يجعل هذا السيار يدير قطبه وخط استوائه بالتناوب نحو الأرض .

لأورانوس خمسة توابع (٢) . كل منها أصغر من قمرنا . وكلها تدور في مستوى خط



كلم له بمقابل ٤٧١٠٠ كلم لأورانوس . ثم تحول هذا الظن الى اليقين . بعد أن أدى جيب نيوتن لأحد النجوم عام ١٩٦٨ الى تحديد أدق لقطره . فبلغ ٤٩٥٠٠ كلم . لكن في عام ١٩٧٠ . أعطى مقرّب يحمله منطاد لجامعة برنستون بالولايات المتحدة تقديراً جديداً لقطر أورانوس . فأصبح ٥١٨٠٠ كلم .

ويشير السهم الى موقع السيار الحقيقي (ب)

(٥) - صور ج . ب . كويبر أورانوس وتوابعه الخمسة بواسطة مقرّب عاكس قطره ٢٠٨ سم من مرصد مكدونالد بتكساس عام ١٩٤٨ . وكان ذلك هو العام الذي اكتشف فيه كويبر التابع ميرندا . أقرب التوابع الى السيار وأضعفها نوراً . يرى في الرسم أبريل (١) . أوميريل (٢) . تيتانيا (٣) . أوبيرون (٤) . وميرندا (٥) .



(٧) - مدار تريتون (١) ورايد (٢) . تابعي نيوتن . مختلفان كل الاختلاف . يكاد مدار تريتون أن يكون دائرياً . لكن حركته تراجعية . وهو التابع الضخم الوحيد في النظام الشمسي الذي يسلك هذا المسلك . أما ترايد . فحركته مستقيمة . لكن مداره متغير المركز كمدار المذنبات .

(٦) - أورانوس ونيبتون متشابهان من حيث الحجم . لكن نيبتون أكثرهما تماسكاً . كتلته ١٧ ضعفاً كتلة الأرض و ١٥ ضعفاً كتلة أورانوس . كان يظن الى زمن ليس بعيد أنه الأضخم (٤٨٤٠٠



حسابات ليفزيه . استعانا بخريطة جديدة للسماء يرى قسم منها في الرسم البياني (أ) . أما تشاليس . الذي كان يبحث عنه من كمبريدج . فلم تكن لديه

استواء السيار . بحيث أن مداراتها تعتبر
تراجعية من الناحية التقنية .

اكتشاف نبتون

مع اكتشاف أورانوس بدا كأن النظام
الشمسي قد اكتمل . لكن مشكلة غريبة نشأت
بعد سنوات بسبب أورانوس . فقد لوحظ أن
أورانوس لم يكن يدور كما كان متوقعاً . بل
كان يجيد باستمرار عن المسار الذي حددته له

الحسابات . فكان الحل المنطقي الوحيد لهذه
المشكلة الافتراض أن سياراً أبعد منه ما يزال
مجهولاً . هو المؤثر في مساره . قرر جون
كوتش آدمس (١٨١٩ - ١٨٩٢) . الذي كان
يعمل في كمبريدج عام ١٨٤٣ . أن يعالج
هذه القضية . فخطر له أن دراسة الاضطرابات
الطارئة على أورانوس قد تساعد على تحديد
موقع السيار المجهول . في الواقع . توصل . بعد
عدة أشهر من العمل الشاق . الى تحديد هذا

(٨) - يظهر في هذه الصورة

نبتون مصحوباً بتابعيه
تريتون وترايد . تريتون .
وهو بالقرب من أسفل
اليمين . مضى نسبياً (وهو
أكثر اضاءة من أي من توابع
أورانوس) . وقد اكتشفه
الفلكي الانجليزي وليم لائل
بعد اسابيع معدودة من
اكتشاف السيار نبتون . أما
ترايد . فباهت جداً ولا يمكن
تصويره الا بالمراقب العملاقة .



٨

(٩) - تبين هاتان الصورتان

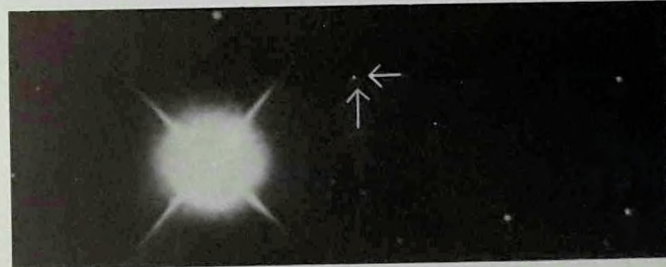
اكتشاف بلوتو عام ١٩٣٠ في
مرصد لوول على يد كلايد
تومبوف بالاستناد الى
حسابات برسيغال لوول .
(أ) في ٢ مارس . (ب)
في ٥ منه . يلاحظ بوضوح
انتقال السيار (كما تشير اليه
الأسهم) . الصورة المبالغ في
تعريضها هي صورة النجم دلتا
الجوزاء من القدر الثالث .
لبلوتو الآن القدر الرابع عشر .
ويمكن بالتالي رؤيته من
خلال مرقب متوسط الحجم .



١٩

(١٠) - احجام السيارات

الخارجية مقارنة هنا مع
المشتري وزحل . اورانوس



ب

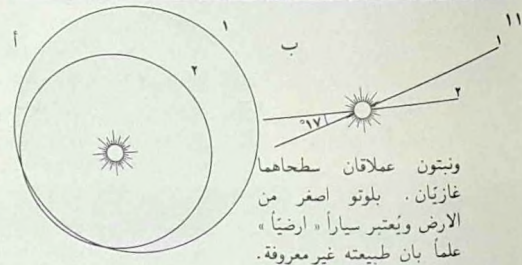
أصغر منه بقليل . إذ يبلغ قطره ٤٩٥٠٠ كلم .
وأكثر منه تماسكاً . لكن ليس لمحوره تأرجح
محور أورانوس الغريب . تستغرق دورته
الفلكية ١٦٤.٨ سنة . ويبلغ متوسط المسافة
بينه وبين الشمس ٤٤٩٧ مليون كلم . ليس
بوسع أي مقرّب أن يكشف تفاصيل واضحة
على سطحه . وكل ما يمكن رؤيته هو قرص
مائل الى الزرقة . له تابعا (٧) : تريتون .
وهو يفوق القمر حجماً وله مدار دائري . لكنه
يدور حول نبتون باتجاه تراجعي : ونيريد .
وهو أصغر منه حجماً ومداره متغير المركز .
كمدار المذنبات .

لغز بلوتو

حتى بعد اكتشاف نبتون . ظلت هناك
بعض الاضطرابات في حركات السيارات
العملقة الخارجية . فقام برسيغال لول
(١٨٥٥ - ١٩١٦) بحسابات جديدة بقصد
اكتشاف سيار جديد (٩) . عام ١٩٠٣ .
عثر كلايد تومبوف في مرصد لول بأريزونا
على هذا السيار . وحدد موقعه بدقة . لكن
لول كان قد توفي منذ ١٤ سنة .

أثار الكوكب الجديد . الذي سُمي بلوتو .
مشاكل عديدة لعلماء الفلك . يعتقد أن قطره
يبلغ حوالي ٣٥٠٠ كلم . وهذا هو تقريباً حجم
القمر : له مدار متغير المركز ومائل . وهذا ما
يجعله أحياناً أقرب الى الشمس من نبتون
(١٠) : كتلته ضعيفة بحيث يعجز عن
احداث اضطرابات في حركات أورانوس أو
نبتون . مع أن هذه الاضطرابات هي التي
أدت الى اكتشافه : تستغرق دورته حول
الشمس ٢٤٧.٧ سنة ودورته المحورية ٦.٤ أيام
أرضية .

الموقع بدقة . في غضون ذلك . قام الفلكي
الفرنسي أوبان له فرييه (١٨١١ - ١٨٧٧)
بحسابات مماثلة . وأرسلها الى مرصد
برلين . فعثر مراقبان هناك هما يوهان غاله
(١٨١٢ - ١٩١٠) وهينريش دارست (١٨٢٢ -
١٨٧٥) على السيار بالقرب من الموضع الذي
أشار اليه له فرييه وأطلق عليه أسم نبتون .
تم هذا الاكتشاف عام ١٨٤٦ (٤) .
يكاد نبتون أن يكون توأم أورانوس . فهو



الشمسي . قد يدخل بلوتو
ضمن مدار نبتون . لكن ميله
البالغ ١٧ درجة (ب) يحول
دون وقوع أي اصطدام معه .
يسمى بلوتو في الحضيض عام
١٩٨٩ .

ونبتون عملاقان سطحهما
غازيان . بلوتو أصغر من
الارض ويُعتبر سياراً « أرضياً »
علماً بأن طبيعته غير معروفة .

(١١) - لبلوتو مدار شاذ (أ)
مائل نسبياً ومفرط في تغير
مركزه . يظهر هذا المدار هنا
(١) مقارناً مع مدار نبتون
(٢) . عند الحضيض

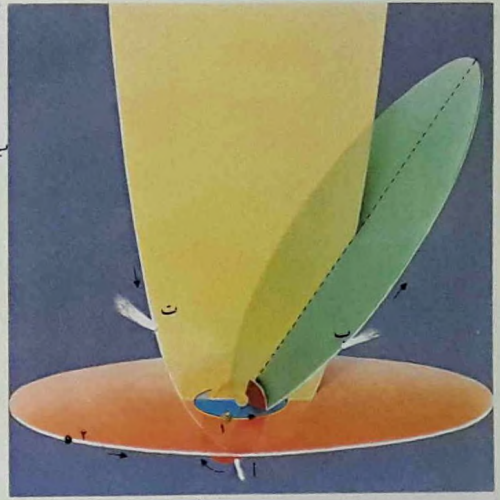
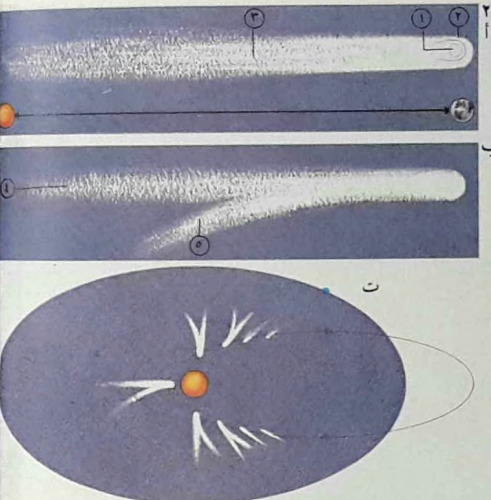
المذنبات

تعتبر دائماً نذيرة شؤم ، ولم يزل الرعب الذي
تثيره في القلوب حياً عند بعض المجتمعات
البدائية .

تركيب المذنبات

يتألف المذنب الكبير من ثلاثة اقسام
رئيسية : نواة (تحتوي على القسم الاكبر من
الكتلة) ، وذؤابة أو رأس ، وذيل (٢) . لا
تظهر الذؤابة والذيل الا عندما يقترب

انه لمنظر مهيب حقاً منظر المذنب
الضخم ذي الرأس المتألق والذيل المضيء
الممتد بعيداً عبر السماء . من السهل ان نفهم
كيف ان المذنبات من هذا النوع قد نشرت
الرعب في الأزمنة القديمة . كانت المذنبات



المداري . يظهر الذيل عندما
يقترب المذنب من حضيضه
الشمسي . ويختفي عندما
يبتعد عن الشمس .

(٣) - يظهر هنا مذنب هالي
لدى عودته عام ١٩١٠ الى
حضيضه الشمسي . هذه
السلسلة من الصور تبين
بوضوح انتشار الذيل قبيل
دخول المذنب في حضيضه ثم
تقلصه التدريجي مع ابتعاده
التدريجي عن الشمس .

معنوية ، وذؤابة (٢) مكونة
من جسيمات صغيرة وغاز
رقيق ، وذيل (٣) ينطلق
من الذؤابة . المذنبان
الظاهران في الرسم (ب)
اولهما غازي (٤) وهو
مستقيم عادة ، والثاني
مكون من غبار (٥) . وهو
يتخلف عن المذنب المتحرك
فيبدو منحنيًا . لمذنب من نوع
هالي ذيل يتجه دائماً
بالاتجاه المضاد للشمس
تقريباً . ايا كان موقعه

الى حد أن مساراتها تصبح
شلمحية تقريباً . ويستحيل
قياس مدتها بدقة . لأن
القياسات لا يمكن ان تتناول
الا الاقواس القصيرة . جميع
المذنبات الساطعة ، ما عدا
مذنب هالي ، تنتمي الى هذه
المجموعة .

(٢) - تتألف بنية مذنب
كبير (أ) من ثلاثة اجزاء ،
نواة (١) تكون احياناً مجرد
رصيص من ثلج ومواد

(١) - هناك ثلاثة انواع
رئيسية من المذنبات ، مذنبات
قصيرة المدة (أ) (يضع
غالباً ما تكون في
الأوج على مسافة قريبة من
مدار المشتري (١) . وهي
خافتة ، مذنبات طويلة المدة
(ب) . أوجها قريب من
مدار نبتون أو ما وراءه (٢)
(مذنب هالي هو الوحيد من
هذه المجموعة الذي له بعض
الاهمية) ، مذنبات ذات مدة
طويلة جداً (ت) (يتغير مركزها

المذنب من الشمس ، فيبخر اشعاع الشمس النواة الجليدية ، ثم يختفي الذيل عندما ينحسر المذنب . غير ان المذنبات الصغيرة غالباً ما تكون خالية من الذيل ، فتبدو أشبه ما يكون بقطع من القطن ذات نور خافت في كبد السماء . ذيول المذنبات على نوعين رئيسيين : غازية وغبارية . يكون الذيل الغازي مستقيماً نسبياً ، اما الذيل الغباري ، فمقوس ، اذ انه يتخلف الى الوراء عندما

يتحرك المذنب الى الامام .

المذنبات اعضاء في النظام الشمسي . لكن مساراتها ، في اكثر الحالات ، تختلف عن مسارات السيارات بأنها اكثر منها انحرافاً عن المسار الدائري . أصبحت معروفة اليوم عشرات المذنبات التي مدارها قصير المدة . فمدة مذنب إنكه مثلاً هي ٣,٣ سنوات فقط . فهو يشاهد بانتظام ، وقد روقت عودته الى الحضيض الشمسي اكثر من ٥٠ مرة منذ



(٦) - كان مذنب آرند - رولاند عام ١٩٥٧ من اطرف المذنبات التي شوهدت في هذا العصر . ليست الرزة الامامية الظاهرة في الرسم ذيلًا اضافيًا . بل هي حطام نيزكي مضاء على طول مدار المذنب

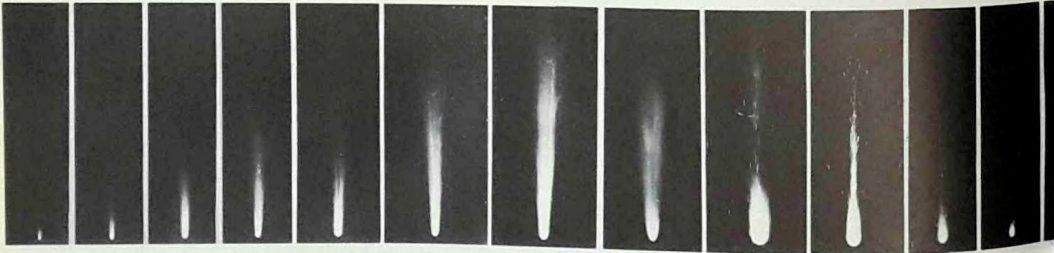


(٥) - كان لمذنب مورهاوس ، الذي ظهر عام ١٩٠٨ ، ذيل ذو بنية معقدة وسريعة التغير . لكنه لم يكن من السطوع بما يكفي لمشاهدة تفاصيل هذه التغيرات من الأرض .



(٤) - قيل عن مذنب دوناتشي لعام ١٨٥٨ أنه اجمل ما شوهد في السماء . كان يبدو حينئذ ساطعاً للعين المجردة وله ذيلان واحد من غاز والآخر من غبار . هذه الصورة مأخوذة من رسوم خشبي قديم .

الصورة السابقة تظهر الذيل قبيل عبور الحضيض .



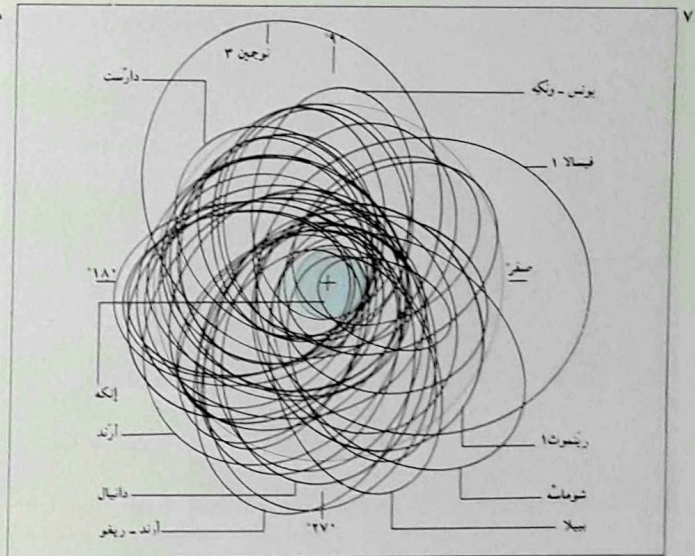
تستغرق السيارات الاخرى عشرات السنين لتكمل دورتها حول الشمس . أشهرها مذنب هالي (٢) المضيء والذي يرى بالعين المجردة ويعود للظهور كل ٧٦ سنة او ما يقرب من ذلك .

لمذنبات كبيرة أخرى مدد طويلة ، لدرجة اننا لا نستطيع قياسها بدقة . لذلك لا يمكن ترقب ظهور المذنبات من هذا النوع . وكثيراً ما تأخذ علماء الفلك على حين غرة .

اكتشافه لأول مرة في القرن الثامن عشر .

المذنبات القصيرة المدة والطويلة المدة

جميع المذنبات القصيرة المدى باهتة ، واكثرها تصعب رؤيته بالمرقب . للقليل منها (ولاسيما مذنب شفايمان - فاخمان ١ ومذنب غان الذي اكتشف حديثاً) مسارات دائرية (٧) ويمكن تتبعها على طول مداراتها .



مرئية بسبب التعريض الزائد للذوابة بقصد اظهار بنية الذيل . الذوابة مكونة من مواد من النواة يخترها أشعة الشمس عندما دنا المذنب منها . اذ ارتفعت حرارتها حينذاك الى عدة آلاف الدرجات . يكشف طيف ابتعاث المذنب ان عناصر كالحديد واليكلمسيوم موجودة فيه مع آثار لمعادن أخرى .

(٧) - يقال عن بعض المذنبات القصيرة المدة . التي يقع أوجها قرب مدار المشتري . انها تنتمي الى أسرة المشتري . تبدو هنا مداراتها بالنسبة الى الارض (الكرة الزرقاء الداخلية) والى المشتري (الكرة الخارجية) . لمذنب إنكه اقصر مدة (٣.٣ سنوات) . ولمذنب شامواه مدة تتعدى

(٨) - هذا المذنب الساطع هو مذنب بنيت كما صور في ١٢ مارس عام ١٩٧٠ . ذيله طويل جداً . وتكوينه الغازي الدقيق ظاهر بوضوح . النواة غير

١٩٧٣ . فكان متوقعاً ان يكون ساطعاً لكنه
خيّب الآمال (٩) .

المذنبات القصيرة الأجل

بعض المذنبات الكبيرة تقترب كثيراً من
الشمس . وتسمى مجازاً « ملامسات
الشمس » . عندما يمر مذنب في الحضيض
الشمسي . يدور ذيله حول الشمس . وغالباً ما
يتلاشى ويختفي ثم يتكون ذيل آخر مكانه .
ينشأ ذيل المذنب عن تبخر في النواة . ولا
بد أن تكون مادة المذنب تتبدد تدريجياً . إذ
ان عمر المذنبات يبدو قصيراً اذا قيس
بالمقاييس الكونية . فنحن نعرف مذنبات
زالت تماماً من الوجود . فمذنب وستفال لعام
١٩١٣ . الذي كانت مدته ٦٢ سنة . تلاشى
عند اقترابه من الحضيض الشمسي . ولم
يشاهد في ما بعد . كذلك مذنب بيلا
الدوري الذي تستغرق دورته الكاملة ٦.٧٥
سنوات . فقد انقسم الى شطرين في عام
١٨٤٦ . شوهد هذان التوأمين مرة ثالثة عام
١٨٥٢ . وكان ذلك آخر ظهور لهما كمذنبين .
لأنه . في عام ١٨٧٢ . عندما كانت عودتهما
منتظرة . شوهد عوضاً عنهما . في المنطقة
التي كان منتظراً ان يأتي منها . وابل من
شهب تلمع . هذه الظاهرة تؤكد العلاقة الوثيقة
بين الشهب والمذنبات .

ما يزال حتى الآن يكتنف أصل المذنبات
غموض تام . لكن الفلكي الهولندي ج . ه .
أورت يرى انه يوجد على مسافة بعيدة من
الشمس « غيمة من المذنبات » .
للمذنبات أهمية علمية بالغة . وتبحث
الآن جدياً مسألة ارسال مسبار فضائي للتلاقي
مع مذنب صالح للدراسة .

هذه كانت حال المذنب الكبير الذي ظهر عام
١٨٤٣ . كانت ذؤابته تفوق الشمس حجماً .
مع ان كتلتها لم تكن ذات شأن بالمعايير
الفلكية . ظهرت مذنبات كبيرة أخرى في
الاعوام ١٨١١ . ١٨٨٢ و ١٩١٠ .

لربما كان المذنب النهاري الذي ظهر عام
١٩١٠ (وهو غير مذنب هالي) اكثر توهجاً
من جميع المذنبات التي شوهدت في القرن
العشرين . اما مذنب كوهوتيك الذي ظهر عام



(٩) - لم يكن لمذنب
كوهوتيك (١٩٧٣) الزهو
المنتظر . لن يتيسر لنا رؤيته
ثانية طالما أنه لن يعود إلى
حضيضه الشمسي قبل ٧٥ ٠٠٠
سنة .
(١٠) - كان مذنب هيوماسون
من أول المذنبات التي التقطت
لها صور ملونة . في هذه
الصورة المأخوذة بعسة مرقب
شميت البالغ قطرها ١٢١ سم
من مرصد بالومار بالولايات
المتحدة . تبدو صور النجوم
الحيطة بالمذنب بشكل
خطوط قصيرة .

النيازك والرُّجُم

عرفت هذه النيازك منذ القدم . لكن طبيعتها الحقيقية لم تعرف قبل بداية القرن التاسع عشر .

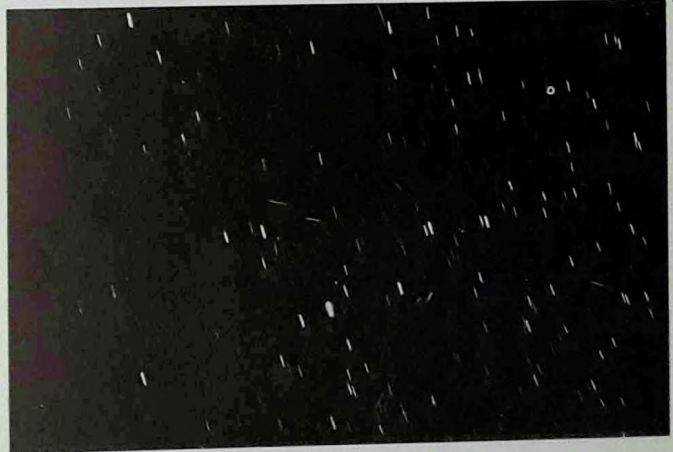
جسيمات فائقة السرعة

النيزك جسم دقيق . يكون عادة أصغر من حبة الرمل . ويدور حول الشمس . ليس من الممكن . لفرط صغره . أن يرى الا عندما يدخل جو الأرض الأعلى . قد تبلغ سرعة

النيازك . أو الشهب . ترى عادة في ليالي أوغسطس الصافية في نصف الكرة الشمالي . انها نقط من الضوء تتحرك بسرعة . وغالباً ما تكون لها ذيول مضيئة . وهي تنتج عن جسيمات تسير بسرعة عبر السماء . لقد



(١) - كان مذنب بييلا مذنباً واحداً في ما مضى . لكنه انقسم في عام ١٨٤٦ الى مذنبين . كما يظهر في رسم صنعه في حينه أنجلو سكّي (١٨١٨ - ١٨٧٨) . قد يكون الانشطار قد نجم أولاً عن اقتراب المذنب من المشتري عام ١٨٤٢ ثم أتت جاذبية الشمس بالضربة القاضية . عام ١٨٥٢ . أرتد المذنبان اللذان فصلت بينهما مسافة تربو على مليوني كلم . لكنهما لم يشاهدا عام ١٨٥٨ لوضعهما غير الملائمين في تلك السنة . كما لم يظهرأ أيضاً عام ١٨٦٦ . ثم غابا عن النظر منذ ذلك الحين .



(الأسديات) المشهورة في شهر نوفمبر (٢، ٤) مثلاً مرتبطة بمذنب تمبل الدوري الضعيف وتتحرك في مدار واحد معه. لقد قيل أن النيازك ليست سوى حطام مذنبات. قد يكون في ذلك نوع من التبسيط المبالغ فيه. لكن مما لا ريب فيه أنه شوهد مذنب دوري، وهو مذنب بيلا. يتحطم. فظهر مكانه شوء بوب (٢، ١). ما من شك في أن المذنب في سيره « ينثر » مادة نيزكية.

دخوله الى الجو ٧٢ كلم في الثانية. مما يحدث احتكاكاً بينه وبين جزيئات الهواء في السماء. والذي تتميز به الشهب. ليس ناجماً عن النيزك ذاته. بل عما يحدثه في الجو من أثر أثناء هبوطه.

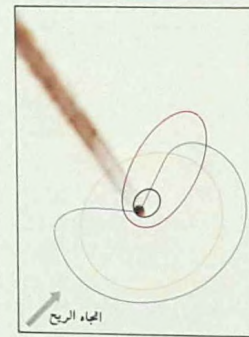
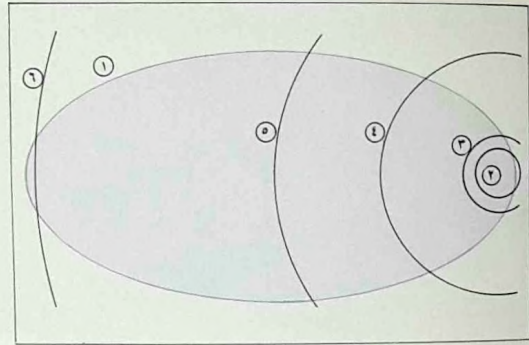
النيزك على نوعين رئيسيين: شوء بوب ومتقطع. قد تظهر النيازك المتقطعة من أي اتجاه وفي أي وقت. أما الشوء بوب. فله علاقة وثيقة بالمذنبات. فشأيب ليونيد

(٢). - شوهد عام ١٨٧٢ الماضي بين ظهورين يربو شوء بوب من النيازك (بالأحمر) يشع من مصدر ابتعث في برج المرأة للسلسلة (بالأزرق). أي في المكان ذاته الذي فيه كان يقع مذنب بيلا سابقاً. من المرجح أن يكون هذا الشوء بوب من حطام ذلك المذنب. الشوء بوب الآن في غاية الضعف.

(٥). - حفرت عدة رجم حديدية نيكليّة فوّهة أريزونا. في اندفاعها السريع في جو الأرض (أ) اشتعلت هذه الرجم. وعند اصطدامها بسطح الأرض (ب) حطمت الطبقة الخارجية من الصخور. كان من جراء سرعتها الفائقة أنها حفرت التربة وأحدثت احتكاكاً وحرارة وضغطاً وموجات صدمية (ت) بلغت ذروتها في انفجار عنيف (ث) خلف فوّهة. تظهر في المناطق الرجمية شظايا (ج) الرجم التي لم تتأثر بالحرارة (اللون الأزرق) وشظايا صغيرة تأثرت بها قليلاً (اللون الأصفر) وجلايمد تأثرت بها إلى حد بعيد (اللون الأسود) وجسيمات كروانية معدنية تكونت بالكثف (اللون الأحمر).

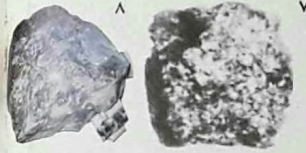
(٢). - صوّر هذا الشوء بوب النيزكي الرابع لبرج الأسد من أريزونا في ١٧ أكتوبر عام ١٩٦٦. لم يكن الشوء بوب مرئياً من أوروبا في ذلك الحين.

(٤). - يتقاطع مدار تيار النيازك الأسديّة (١) مع مدارات الأرض (٢) والمريخ (٣) والمشتري (٤) وزحل (٥) وأورانوس (٦). لما لم تكن النيازك موزعة بانتظام. فشأيب النيازك الكبرى لا تظهر إلا بين الفينة والفينة. كان معدل المدة الفاصلة في



بالحقيقة أكثر بكثير مما يُظنّ . النيازك
البالغة في الصغر جداً لا يحدث أي أثر ضوئي
تعرف بالنيازك المجهرية . وهي كثيرة العدد .
لما كانت النيازك في شوء بوب تسير عبر
الفضاء في مسارات متوازية . فهي تبدو
منطلقة من نقطة واحدة في السماء تعرف
بمصدر ابتعاثها . هذه الظاهرة شبيهة بالرؤية
من جسر يطل على طريق عربات . فممرات
الطريق المتوازية تبدو متلاقية في نقطة عند

يقاس غنى الشوء بوب بالنيازك بما
يسمى بالمعدل السمتي الساعي (م س س) .
وهو قياس عدد النيازك التي يستطيع رؤيتها
شخص يراقب في ظروف مثالية شوء بوباً
متألقاً عند السمّت . يبدو أن أغنى شوء بوب
مواظب سنوياً هو شوء بوب الفرساويات البالغ
معدله السمتي الساعي حوالي ٧٠ . لا تدخل
في هذا العدد النيازك التي لا ترى بالعين
المجردة . فيكون عدد النيازك في الشوء بوب



(٩) - الرجم الذي أحدث
سقوطه أكبر دمار في الأزمنة
الحديثة هو الذي سقط في
منطقة تونغوسكا بسيبيريا .
فقد انتفض على منطقة
حرجية . فألقى بأشجار
الصنوبر على الأرض في دائرة
يبلغ شعاعها عدة أميال .
(١٠) - يعتبر رجم هوبا
وسـت بالقرب من
غروفونتاتين في جنوبي غربي
أفريقيا أكبر الرجم المعروفة .
يربو وزنه على ٦٠ طناً .
ولربما كان وزنه قبل دخوله
الجو يزيد ٢٠ طناً عن ذلك .

(٦) - يربو قطر الفوهة
الصدمية بالقرب من ولسو
بأريزونا على الكيلو متر .
وقد يعود عهدها إلى أكثر من
١٠٠٠٠ سنة . عثر حولها على
عدد كبير من الشظايا
الرجمية .
(٧) - رجم أورغاي (١٨٦٤)
فحمي وفيه مركبات عضوية .
(٨) - رجم نورتون فورناس
الحجري (١٩٤٨) هو أثقل
صخر رجمي من نوعه (أكثر
من طن) .

الأفق يمكن تسميتها بـ « مصدر الابتعاث »
الظاهري للممرات .

الشآبيب السنوية المنتظمة

تظهر شآبيب النيازك بانتظام على أساس
سنوي ، وهي تشتمل على : الربيعيات (١ - ٦
يناير) : القيثاريات (١٩ - ٢٤ أبريل) :
الساقيات (١ - ٨ مايو . المراقبة لمذنب
هالي) : الفرساويات (٢٥ يوليو - ١٨

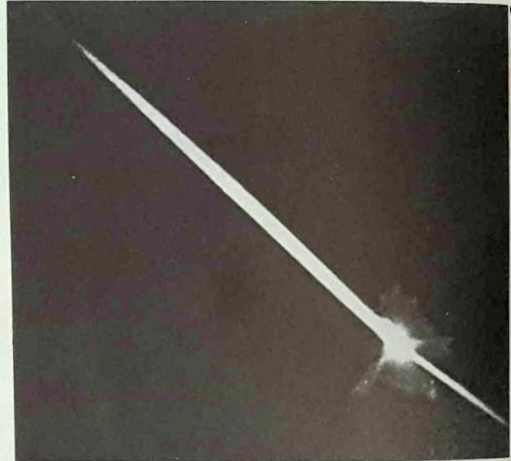
أوغسطس) : الجوزائيات (١٦ - ٢٦
أكتوبر) : الثوريات (٢٠ أكتوبر - ٣٠
نوفمبر) : العنقائيات في أقصى الجنوب
(٤ - ٥ ديسمبر) : التوأميات (٧ - ١٥
ديسمبر) : الدبيّات (١٧ - ٢٤ ديسمبر) .
أما الأسديات ، التي تبلغ ذروتها في ١٧
نوفمبر ، فهي أقل مواظبة ، لأن النيازك
تتكدر فيها بدلاً من أن تنتشر على طول
مدار المذنب ، فينجم عن ذلك أن شوء بوباً
رئيسياً من هذه الفئة لا يُرى إلا عندما تمر
الأرض عبر حشده الرئيسي ، وهذا ما حصل
في أعوام ١٧٩٩ و ١٨٢٣ و ١٨٦٦ و ١٩٦٦ .
وما يمكن أن يحصل مجدداً عام ١٩٩٩ .

تاريخ الرّجم

قد تتابع الرّجم الكبيرة طريقها الى
الأرض وتصل الى سطحها قبل أن تتناثر .
تصنّف هذه الرّجم الى نوعين رئيسيين : رجم
حجرية (٨) ، وهي صخرية في أساسها .
ورجم حديدية (١١) ، تدخل فيها نسبة
مرتفعة من الحديد .

ثمة أنواع متوسطة مختلفة ، يكشف حكّ
الرّجم بالحوامض عن الأشكال المميزة لها
 والمعروفة بنماذج ويدمانشتن ، وهذه طريقة
أكيدة لمعرفة ما اذا كانت مادة ما من أصل
رجمي .

من حسن الحظ أن يكون سقوط الرّجم
الكبرى نادراً . خير مثال على الفوهات التي
أحدثتها الرّجم الكبيرة هي فوهة كانيون
ديابلو بأريزونا (٦٠٥) وفوهة ولف
كريك بأستراليا . لكن للآن لا نعرف حادثاً
واحداً تسبب عنه مقتل انسان من جرّاء سقوط
رجم .



ولم يحدث أية فوهة .
بإمكان رجم من هذا النوع أن
تحدث دماراً كبيراً . لكن
سقوطها لحسن الحظ في غاية
الندره .

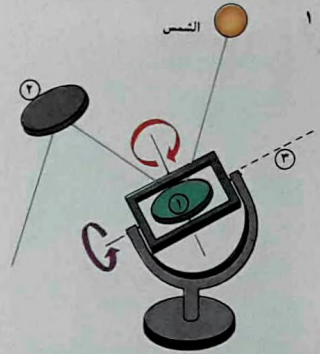
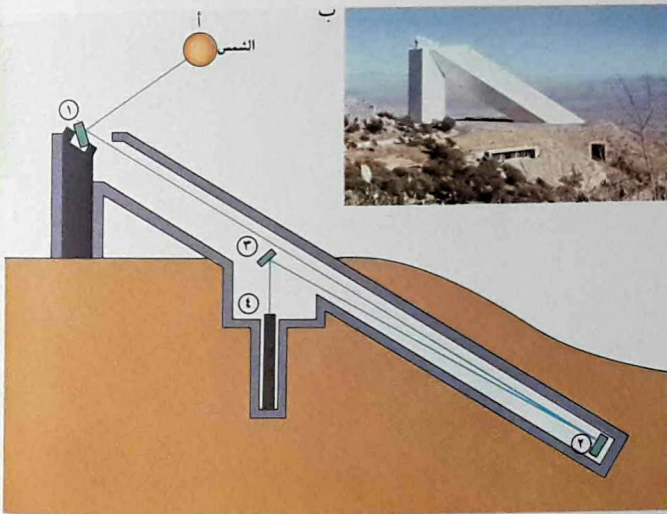
(١١) - يظهر على الرجم
الحديدي بعد قطعّه وحكّه
بالحوامض مما يسمى بنماذج

(١٢) - التقطت هذه الصورة
في ٢٣ نوفمبر عام ١٨٩٥
لنيزك من نيازك المرأة للسلسلة
بنفجر ، وهي من أجمل الصور
من نوعها .

الشمس والطيف الشمسي

الشمسي - تبرز كالجرم السيد الفائق الأهمية .
الشمس ، وهي أضخم كثيراً من الأرض ،
مكوّنة من الهيدروجين والهيليوم في الدرجة
الأولى . يبلغ قطرها ... ١٣٩٢ كلم . ومع
أنها تتسع لأكثر من مليون جرم بحجم
الأرض ، فكتلتها لا تتعدى 1990×3310 مرة
غراماً . أي ما يعادل فقط ... ٣٣٣ مرة
تقريباً كتلة الأرض . يكمن سبب ضالة
كتلتها في أن كثافتها دون كثافة السيارات

الشمس نجم . وهي واحد من ١٠٠٠٠٠
مليون نجم تتألف مجرتنا منها . في الكون
ككل . ليس للشمس مكانة تذكر . فهي
تصنف فيه نجماً قزماً أصفر اللون طيفه من
نوع ج . لكنها . في نظامنا - النظام



(١) - يمكن السيلوستات .

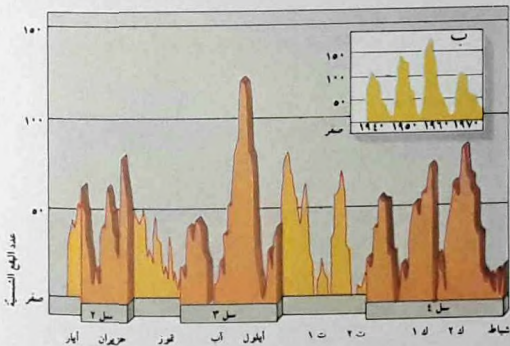
المستخدم لمراقبة الشمس . من
التغلب على مشكلة ادارة سناد
المراقب الضخمة التي فيها
مرآة دوارة (١) تدور مع
الشمس . ومرآة اخرى (٢)

تظل ثابتة . وذلك بأنه
يسمح بتصويب أحد محوري
المرآة المتحركة نحو القطب
الساوي ويضبط الثاني وفقاً
لارتفاع الكوكب .

الشمس على مرآة دوارة
(١) ، فينعكس في انبوب
على مرآة مقعرة (٢) وينتأر
في مرآة مسطحة (٣) . ثم
يمر من خلال مطياف (٤) .

(٢) - الهيليوستات (أ) .
وهو نسخة متطورة عن
السيلوستات . ركب في
تلكوب قطره ١٥٢.٤ سم في
كث بيك بأريزوننا (ب)
عام ١٩٧٤ . الفترات التي كان
فيها سكايلاب مأهولاً (٢٨)

(٢) - الهيليوستات (أ) .
وهو نسخة متطورة عن
السيلوستات . ركب في
تلكوب قطره ١٥٢.٤ سم في
كث بيك بأريزوننا (ب)
عام ١٩٧٤ . الفترات التي كان
فيها سكايلاب مأهولاً (٢٨)

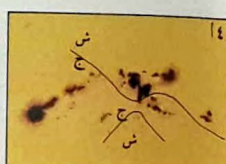
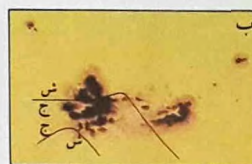
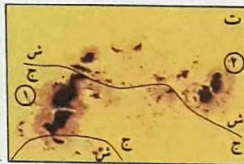
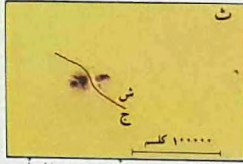


خط الاستواء . لكن هذه المدة أطول بكثير
بالقرب من القطبين .

سطح الشمس النير

يُعرف سطح الشمس الخارجي المضيء
بـ « سطح الشمس النير » . وتبلغ حرارته
... ٥٥٠٠ سنتيغراد . تظهر على هذا السطح
لطخات قاتمة تعرف بـ « كلف الشمس »
(١١) . ليست هذه الكلف سوداء . لكنها

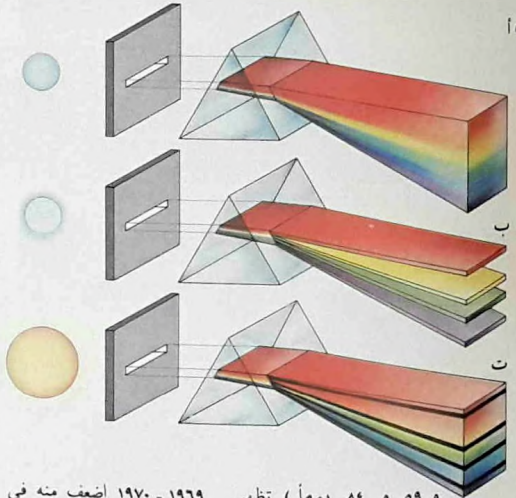
التي هي من نوع الأرض . معدل ثقلها النوعي
هو ١٤٠٩ (أي ١٤٠٩ أضعاف ثقل الحجم ذاته
من الماء) . لكنها ليست متجانسة . فكثافتها
ترداد بسرعة وباطراد ابتداء من تحت
سطحها الخارجي الساطع حتى النواة .
تقع الشمس على بعد ٣٢ ... سنة ضوئية
عن مركز مجرتنا . وتستغرق ما يقرب من
٢٢٥ مليون سنة لتكمل دورتها حول نواة
المجرة . مدة دورانها المحوري ٢٥,٤ يوماً عند



القصرة (١) ، وثانياً ،
الجو الشمسي . الذي من
شأنه مبدئياً أن يعطي ،
على غرار غاز تحت ضغط
منخفض طيف انبعاث (ب)
يتألف من خطوط ساطعة
منعزلة يتشارك كل منها مع
عنصر خاص . لكن فيما يشع
الضوء من سطح الشمس ،
تمتص العناصر الغازية في
الجو الشمسي أطوالاً موجية
معينة منه (ت) . فتظهر على
الطيف خطوط فراونهوفر .

فبراير ، بينما كانت
القطبيات المغناطيسية واضحة
كما تدل الخطوط على ذلك .
بين ٩ مارس (ب) و ٧
أبريل (ت) ، أصبحت كلفة
المقدمة (١) وكلفة المؤخرة
(٢) معروفتين . أما في ٥
مايو (ث) ، فقد توقف
الشباط .

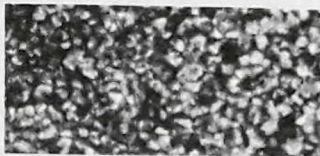
(٥) - يجمع الطيف الشمسي
بين أثريين ، أولاً ، سطح
الشمس النير ، الذي يعطي ،
على غرار غاز تحت ضغط
عال في المختبر ، طيفاً متصلاً
كقوس قزح . تبدو فيه الألوان
متدرجة من الأحمر في طرف
الموجات الطويلة إلى
البنفسجي في طرف الموجات



و ٥٩ و ٨٤ يوماً) تظهر
باللون البرتقالي في الرسم
البياني الكبير (س ل ٢ ، س
ل ٣ ، س ل ٤) . يبرز
الرسم الداخلي (ب) دور
الكلف الممتد من ١٩٢٥ إلى
١٩٧٣ . كان الحد الأقصى
لنشاط الكلف في عامي

(٦) - بنجم تحجب سطح
الشمس عن تأثيرات الحمل
الحراري . ترتفع الأعنودة
الغازية فوق قرص الشمس
بكامله . ويبلغ معدل قطر
الواحد منها

حوالي ١٥٠٠
كلم . غير
أن أحجامها
متفاوتة .



الأطراف . لكنها لا تعمّر طويلاً . حتى المجموعة الكبرى منها اجمالاً لا تدوم متراسة الا اشهرا معدودة على أقصى حد . بينما لا تبقى البقع الصغيرة سوى ساعات قليلة . بما أن الشمس تدور ، تُرى الكُلف تتحرك ببطء منتقلة عبر القرص من طرف الى آخر . تستغرق الكلفة اسبوعين تقريباً لاكمال انتقالها هذا . وبعد فترة مماثلة ، تعود الى الظهور في الجهة المقابلة من القرص . شرط أن

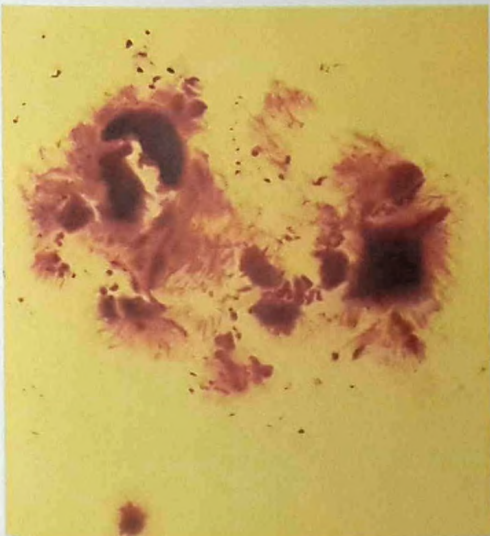
تبدو كذلك بسبب التباين . تتألف الكلفة الشمسية النموذجية من ظل مركزي قائم تحيط به منطقة من شبه الظل أكثر منه ضياء . ليس للكُلف عادة أشكال منتظمة . انما يغلب فيها التجمع في مجموعات تكون لكل منها اجمالاً كلفتان رئيسيتان : احدهما « في المقدمة » والثانية « في المؤخرة » (٤) . بعض المجموعات معقدة الى أقصى حد . وتشغل مساحة مترامية

٧ ب ب ب ٥٠٠٠ انفستروم يديتا (ت) ٤٥٠٠ انفستروم يد ج يد دلنا يد ٤٠٠٠ أن

مغنيزيوم ٥٥٠٠ انفستروم هيدروجين ١٥٢٥ ٦٠٠٠ انفستروم هيدروجين كلسيوم هيدروجين حديد كلسيوم هـ الفا (ك) ٦٥٠٠ انفستروم

هيدروجين

صوديوم

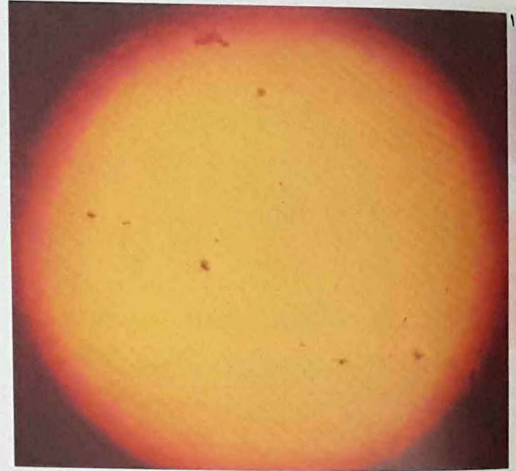


(٧) - من الممكن رسم خريطة دقيقة لخطوط الطيف الشمسي بواسطة مرسمة المطياف البالغ طولها ٤ أمتار في مرقب جبل ويلسون . يمتد المجال المرسوم هنا من ٢٩٠٠ الى ٦٩٠٠ أنفستروم أي من البنفسجي الى الأحمر (يساوي الانفستروم جزءاً من عشرة ملايين جزء من السنيمتر) . يمكن التعرف الى كل خط بمفرده . فخطوط د مثلاً في وسط الطيف ناجمة عن الصوديوم وخط يد ألفا عن الهيدروجين .

لا تكون قد تلاشت في اثناء ذلك .

الأدوار المنتظمة

يمر النشاط الشمسي في دور منتظم الى حد كبير . مدته ١١ سنة . بلغ هذا النشاط أقصاه في عام ١٩٥٧ - ٥٨ . ثم في عام ١٩٦٩ - ٧٠ . عندما انتشرت مجموعات الكلف انتشاراً واسعاً (٣ ب) . عندما تكون الكلف في أدنى نشاطها . قد يظل القرص خالياً من المعالم



(٨) - يبدو ان شبه الظل في الكلف الشمسية الواقعة بالقرب من حافة قرص الشمس يضيق في الجهة القريبة من القرص . مما يدل على ان الكلف هي انخفاضات في سطح الشمس النير .

(٩) - تعطي كلفة شمسية بالقرب من الحافة مثلاً على أثر ويلسن . يرى بوضوح تقصص شبه الظل نحو مركز قرص الشمس . الخطوط الساطعة تدعى صياخد . وهي

(١٠) - كانت مجموعات مهمة ومعقدة من الكلف الشمسية ما تزال مرئية حتى بعد انقضاء درجة النشاط القسوى عام ١٩٤٧ . التقطت صورة هذه المجموعة من جبل ويلسن في ١٧ مايو عام ١٩٥١ .

(١١) - الشمس في اوج نشاطها الدوري عام ١٩٥٨ . تظهر على القرص بقع كثيرة .

لأيام عديدة متوالية .

للشمس مجال مغنطيسي شامل . وبإمكاننا أن نفترض أن الخطوط المغنطيسية فيه تنتقل من قطب الى آخر مارة تحت السطح النير . نظراً للفرق في مدة الدوران بين خط الاستواء والمنطقتين القطبيتين . تتبعثر الخطوط المغنطيسية لمدة بضعة سنوات . على طول خط الاستواء . بينما يقوى المجال المغنطيسي في القطبين ويفقد استقراره . الى ان تتكوّن من الطاقة المغنطيسية فيهما حلقة أو عقدة تنفذ الى ما فوق السطح . محدثة كلفتين تكون لإحدهما قطبية شمالية وللثانية قطبية جنوبية . بسبب التوصيل المغنطيسي . تصبح قطبيتان كلف المقدمة وكلف المؤخرة متقابلة في نصف الكرة الشمسية . بعد ١١ سنة تقريباً . تحل « العقد » الموجودة في الخطوط . فتعود الشمس فجأة الى حالتها الأصلية . لكن في الدور التالي . تأتي قطبيتان الكلف في القطبين معكوسة .

العثور على عناصر جديدة

العناصر الغازية الموجودة في جو الشمس تعمل . بتواترات خاصة . على امتصاص الضوء من الطيف المتصل المبعث من سطح الشمس النير . محدثة في هذا الطيف فجوات أي خطوطاً قائمة . هذه الخطوط . في ما يتعلق بالشمس . سميت خطوط فراونهوفر . يمكن التعرف الى العناصر الموجودة في جو الشمس بالاستناد الى مواقع (أي تواترات) خطوط الطيف وشدها . بهذه الطريقة . عثر حتى الآن على أكثر من ٦٠ عنصراً . أحد هذه العناصر - وهو الهيليوم - تم التعرف اليه قبل أن يُعثر عليه على الأرض .

جَوُّ الشَّمْسِ وإشعاعاتها

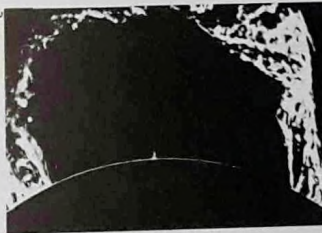
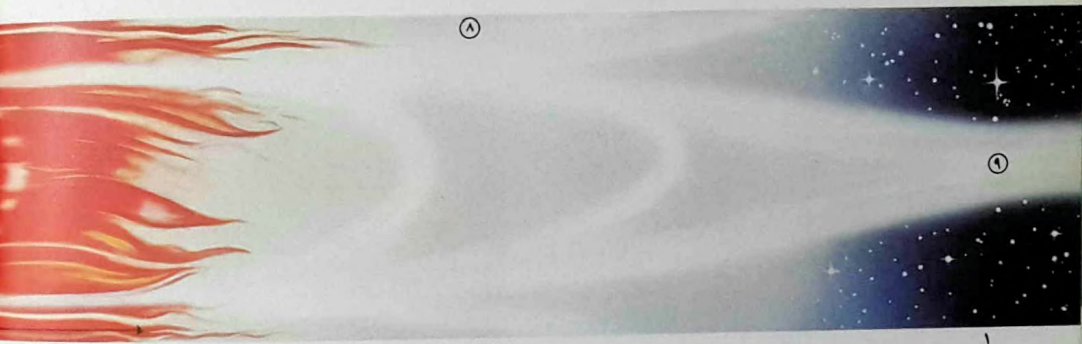
أكثر تعقيداً لدراسة الجو الشمسي . لأن ما يحيط بالشمس لا يمكن أن يُرى بالعين المجردة (أو بواسطة مرقب عادي) الا في المناسبات النادرة (الكسوفات الكاملة) التي يحجب فيها القمر الشمس كلياً .

Digitized by Ahmed Barod

الشواظات والتوهجات

تسمى الطبقة من الجو الشمسي الواقعة مباشرة فوق السطح النير « الطبقة الملونة »

في المراقب العادية . لا يظهر من الشمس سوى سطحها النير وبعض معالمها . كالكلف والحبيبات والصياخد (وهي رقع موقّعة على سطح الشمس) . وكلها واقعة فوق السطح النير ذاته . لذلك تدعو الحاجة الى طرائق



شكل قوس . في الساعة ١٧.٣ . كان قد انتفخ حتى بلغ علوه ٣٣٢٠٠٠ كلم فوق سطح الشمس . في الساعة ١٧.٣٣ (ب) لم يبق من القوس الكبير الا القليل . يُرى الشواظ وهو يشدد (ت) .

(٢) - قد تتخذ الأشفاق أشكالاً متنوعة . كأشكال

(٧) . وهي كتل من الغاز المرتفع الحرارة، تنطلق بسرعة الى العلاء داخل الاكليل الفائق التخلخل (٨) . الاكليل ضخم وتنطلق منه دقائق (٩) .

(٢) - ظهر شواظ ثوراني هائل في ٤ يونيو عام ١٩٤٦ الساعة ١٦.٠٣ (أ) . متخذاً

وترافقها التوهجات (٥) والشواظات الواقعة في الكروموسفير (٦) . ترتفع حرارة الكروموسفير من ٦٠٠٠ س في القاعدة الى ٥٠٠٠ س في القمة (الحرارة هنا هي مجرد قياس سرعات تحرك الجسيمات الذرية ولا تدل على « حرارة » اضافية) . في الكروموسفير ايضاً شوك

(١) - لا يمكن رسم بنية الشمس الرئيسية بقياس صحيح . في داخلها (١) تولّد التفاعلات النووية طاقة . تمتد منطقة الحمل الحراري (٢) حتى السطح النير (٢) المتخلخل نسبياً . وهو طبقة غاية في الرقة وواضحة الحدود . اما الكلف (٤) . فتقع في السطح النير .

شاهد . هذه التوهجات قصيرة العمر وتبث تيارات من الجسيمات واشعاعات قصيرة الموجات . لها تأثير ملحوظ على الأرض . إذ انها تحدث فيها عواصف مغناطيسية أو تشوشات في مجال الأرض المغناطيسي تؤثر بدورها على الموصلات اللاسلكية والبولصلات . تصدر عن الشواظات أيضاً الأضواء الشمسية الجميلة التي هي أنوار الشفق . (٢ ، ٤)

(الكروموسفير) . لأن لها لوناً أحمر متميزاً . هذه هي أيضاً منطقة الشواظات الضخمة والساطعة . تستعمل لدراسة الشواظات آلات مبنية على مبدأ المطياف . ثمة نوعان رئيسيان من الشواظات : الثورانية (٢) والهادئة . (٦)

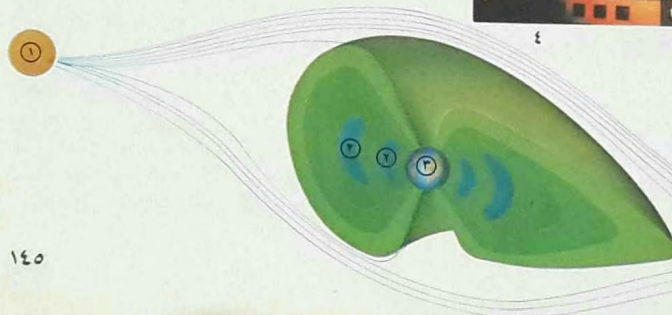
ترافق الشواظات على الغالب مجموعات الكُلف الكبرى . كذلك تخرج منها « توهجات » لا ترى عادة ، غير أن بعضها قد



عن جسيمات مشحونة تبثها الشمس . تأتي الجسيمات من الشمس (أ) وتدخل أحزمة فان ألن (ب) التي تحيط بالأرض (٣) . تصح أحزمة فان ألن مثقلة بها . فتساقط الجسيمات في الهواء الأعلى محدثة التوهجات الشفقية .

أحسن ما ترى من خطوط العرض المرتفعة . إذ تكون نادرة في الخطوط المنخفضة . أكثر ما تظهر الأشفاق عندما تكون الشمس ناشطة حوالي أقصى دورها الذي يدوم ١١ سنة .

(٤) - ينتج الشفق ، الذي غالباً ما ترافقه التوهجات ،



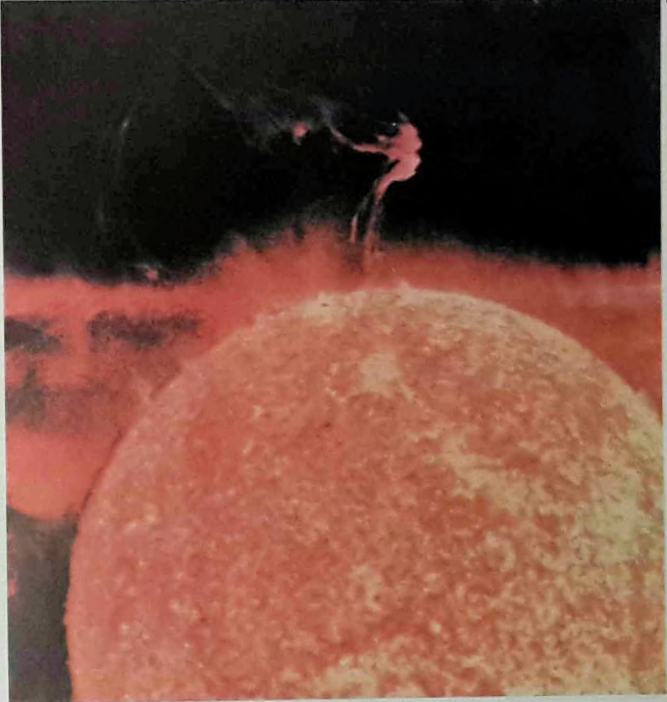
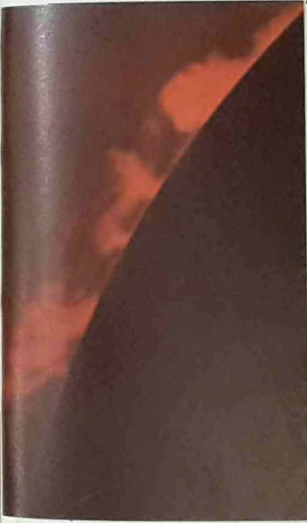
السنابق والأقواس والساتر . ولجميعها ألوان جميلة مختلفة . سميت بحق « اللجج المتلطفة » . من شأن الجسيمات المكهربة أن تقترب في التفافها من قطبي الأرض المغناطيسيين . لذلك

١٩٧٤ • لحسن الحظ ، كانت الشمس معتدلة النشاط (٧ ، ٥) عندما كان الرواد في مدارهم . لأن أكثر النتائج التي حصلوا عليها لم يكن من الممكن التوصل إليها على يد مراقبين يعملون من الأرض .

محطة توليد القوة

مع أن علماء الفلك لا يستطيعون البرهان على معظم نظرياتهم حول طبيعة الشمس .

ليست الشمس مصدراً للنور فحسب ، بل هي أيضاً مصدر مهم لاشعاعات ما تحت الأحمر (الحرارة) وما فوق البنفسجي وللأشعة السينية والأشعة الرادوية وأشعة غما . دراسة الشمس صعبة من الأرض . بسبب أثر الجو الحاجب . لكن معرفتنا بها تقدمت كثيراً ، نتيجة للدراسات التي أجريت بواسطة الأقمار الاصطناعية ، فضلاً عن التي قام بها رواد الفضاء في سكايلاب عامي ١٩٧٣ -



بواسطة مرشح لايت في كاسر قطره ١٠ سم . اما الشواطات الثورانية ، وهي النوع الرئيسي الآخر ، فهي لهب مسترقة من الغاز غالباً ما يبلغ ارتفاعها ٤٠٠٠٠٠ كلم . وتتكون في أكثر الاحيان في المناطق التي تحتوي على الكلف الشمسية . مكن اختراع مرسة الاكليل عام ١٩٣٠ من

تظل الشواطات الهادئة عاكلة في الكروموسفير خلال أيام أو أسابيع على ارتفاع حوالي ٣٢٠٠٠ كلم فوق سطح الشمس . التقطت هذه الصورة

سطح الشمس .

(٦) - أكثر ما يلفت النظر في معالم الشمس تيارات الغاز الحار المسماة شواطات . قد

(٥) - تبين هذه الصورة الملتقطة من سكايلاب شواطاً شمسياً ثورانياً يرى مرتفعاً الى علو شاهق . تبدو المادة في ذروة القوس منعكسة باتجاه

ف لديهم فكرة واضحة عن تركيبها . كلما اقتربنا من النواة . ترتفع الحرارة حتى تبلغ في وسط الكرة الشمسية ما يقدر بعشرة ملايين درجة سنتيغراد . هنا . في هذا الموضع الذي يسمى « محطة الشمس لتوليد القوة » . يتم انتاج الطاقة .

من الخطأ الظن بأن الشمس تتقدد كما تتقد النار . فلو افترضنا شمساً مكونة كلياً من الفحم الحجري ومشعة اشعاع الشمس



الحقيقية الملتهب . لما تمكنت تلك الشمس ان تستمر مشعة مدة طويلة (بالمقاييس الكونية) . مع أن علماء الفلك يعتقدون أن عمر الشمس الحقيقية لا يقل عن ٥٠٠٠ مليون سنة (وهي بدون شك أقدم من الأرض التي يقدر عمرها بـ ٤٦٠٠ مليون سنة) . مصدر طاقة الشمس يجب البحث عنه في التحولات النووية الجارية في داخلها . الهيدروجين هو العنصر الرئيسي فيها ، وهو محيط بالنواة . حيث تبلغ الحرارة والضغط حداً هائلاً . يتكون الهيليوم . وهو العنصر الثاني الأكثر خفة . من نوى الهيدروجين بفعل الانصهار النووي . يتطلب تكون نواة هيليوم أربع نوى من الهيدروجين . في هذه العملية يضع قليل من الكتلة ، لأن جزءاً منها يتحول الى كمية كبيرة من الطاقة . هذه الطاقة هي التي تعطي اشعاع الشمس . تبلغ كمية الكتلة المفقودة ٤ ملايين طن في الثانية . قد يبدو هذا جسيماً . لكنه أمر لا يعتد به . نظراً الى كتلة الشمس بكاملها . ففيها من الهيدروجين ما يكفي لجعلها تشع بشكلها الحالي لمدة لا تقل عن ٥٠٠٠ مليون سنة أخرى ولربما أكثر .

البحوث الشمسية

تزداد معرفتنا للشمس بفضل حقول مختلفة من البحث . ولعلم الفلك الاشعاعي أهمية خاصة . انه طريقة لدراسة الفلك بواسطة أطوال موجات الطيف الكهرطيسي . فالشمس مصدر اشعاعي قوي . وهذا أمر معروف منذ الأيام الأولى لعلم الفلك الاشعاعي . أما دراسة الأشعة السينية وأشعة غاما . فأحدث عهداً . لأنها تتوقف على آلات تعمل من فوق طبقات الجو الأرضي المشوشة .

تصوير الشواطئ في جميع اشعة ما فوق البنفسجي . الأوقات . في حين ان رؤيتها كاذبة . وهي تمثل درجة لم تكن ممكنة قبلاً الا في اوقات الكسوف الكامل .

(٧) - التقط صورة هذا الشواطئ الشمسي رواد الفضاء من سكايلاب . الألوان . في هذه اللقطة المأخوذة بأقصى تصوير الشواطئ في جميع اشعة ما فوق البنفسجي . كاذبة . وهي تمثل درجة لم تكن ممكنة قبلاً الا في اوقات الكسوف الكامل .

على أشدها . لم يكن بالإمكان التقاط هذه الصورة الا بواسطة آلات تعمل من فوق طبقات الجو الأرضي .

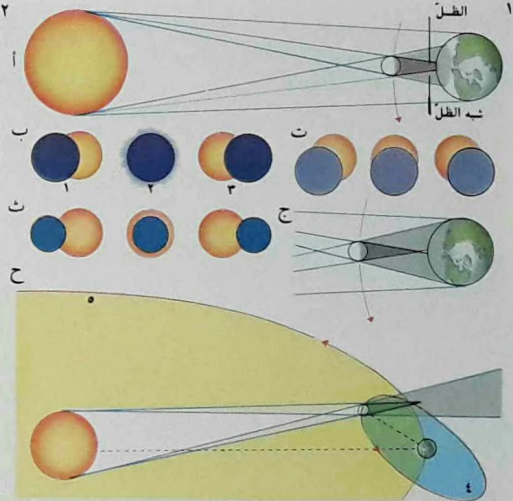
كسوفات الشمس

خلال الكسوفات الكاملة .

اشكال الكسوفات

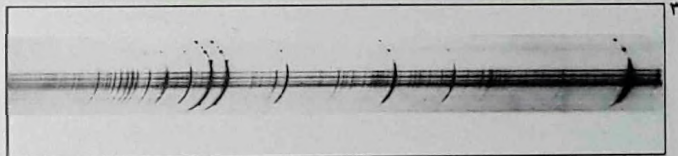
القمر اقرب الى الارض من الشمس لدرجة انه . بالرغم من صغر حجمه . يبدو بحجمها في فضاءنا . زد على ذلك انه بوسعه . عندما تكون الاجرام الثلاثة على خط واحد . ان يحجب قرص الشمس النّير عنا . وذلك دون ان يمنعنا من مشاهدة تألق الكروموسفير

زادت بعثات سكايلاب في عامي ١٩٧٣ و ١٩٧٤ معارفنا عن الشمس زيادة كبيرة . لأنها مكنتنا من توسيع مراقباتنا لمعالمها التي لا تُرى من سطح الارض . قبل هذه الرحلات . كانت تتم احسن رؤية لهذه المعالم



(٢) - عندما يعود قرص الشمس الى الظهور من وراء القمر بعد كسوف كلي . يتألق خلال دقائق معدودة الاثر المدعو « الحلقة الماسية » تألقا رائع النظر . كما حدث في الكسوف الكلي في ٢١ نوفمبر من عام ١٩٦٦ .

(٣) - قبل ان يبدأ الكسوف الكامل او بعد ان ينتهي مباشرة . عند ظهور اثر « الحلقة الماسية » . يُرى جو



عندما يعجز مخروط الظل عن ملازمة الارض (ج) . يظهر في (ح) كيف ان انحناء مستوى المدار القمري (٤) بالنسبة الى مستوى المدار الارضي (٥) يحول دون حدوث كسوف .

(١) - في كسوف كامل (أ) يصل مخروط الظل الرئيسي (ب) يقتربان من الكسوف الكلي (١) ويبلغانه (٢) ويتعدان عنه (٣) . يظهر في (ت) كسوف جزئي يكون غير كامل في اي جزء من اجزاء الارض . يحدث الكسوف الحلقي (ث) .

من القمر ، الا بعد كسوف عام ١٨٤٢ الشهير .
مدار القمر ليس منتظما ، لذلك يتغير
حجمه الظاهر باستمرار . ففي الأوج (وهو
ابعد نقطة عن الأرض) ، يبدو القمر ١٠ في
المائة اصغر مما هو عليه في الحضيض (اقرب
نقطة الى الأرض) . عندما يبدو القمر اصغر
من الشمس ، لا يستطيع حجب طبقة
الفوتوسفير بكاملها ، فتكون النتيجة كسوفاً
حلقياً ، يترك حلقة من ضوء الشمس تظهر

والاكليل (١- ب) . تكون مدة هذا
الكسوف قصيرة دائماً ، لأن ظل القمر يمر
بسرعة على الأرض (١- أ) . فلا يكون
عرض الرقعة الكاملة التي يقع عليها ابداء اكثر
من ٢٦٩ كلم . كما لا تكون مدة الكسوف في
اية نقطة من الأرض اطول من ٨ دقائق .
لذلك كان علماء الفلك يبذلون أقصى جهدهم
للاستفادة من هذه المناسبات . لم يقتنع اكثر
الفلكيين بأن الشواظات تنطلق من الشمس لا



(٦) - كسوف عام ١٩٦١ ،
الذي التقطت صورته بعد
تعريض طويل . كان فيه
الكثير من الاكليل الخارجي
ممتداً على مساحة واسعة .
لذلك جاء تعريض الاكليل
الداخلي والشواظات مغرباً .

محدثه « طيفاً وميضاً » ترى
هنا له صورة سالبة . يكون
هذا الأثر قصير الأمد . لكن
صوراً عديدة له قد التقطت
ومعلومات كثيرة قد جمعت .

(٤) - شوهدت عدة كُلف
شمسية على قرص الشمس
خلال كسوف ٢١ نوفمبر عام
١٩٦٦ .

(٧) - التقطت سكايلاب هذه
الصورة لإكليل الشمس
بالاشعة السينية خلال
الكسوف الكامل في ٣٠ يونيو
عام ١٩٧٣ . كانت الشمس
قريبة من دور نشاطها
الادنى . وكان الاكليل على
حد كبير من التماثل . المنطقة
القائمة هي « فجوة إكليلية » .

(٥) - تصوير الكسوف من
الطائرة له فائدته . فلا تكون
هناك غيوم . كما يكون بوسع
الطائرة ان تتعقب ظل القمر .
هنا يظهر الكروموسفير
والاكليل الداخلي بوضوح .



الشمس بدون خلفية
الفوتوسفير . تتحول عندئذ
فجأة الى خطوط بث مضئية .
خطوط الامتصاص القائمة

يتجدد فيها القمر في السماء ، لأن مداره منحني كثيرا بالنسبة الى مدار الارض (١ - ج) . لكن الكسوفات (كلية او جزئية) ، تتعاقب كل ١٨ سنة و ١٠,٣ ايام ، اي عندما تعود الشمس والقمر والارض الى مواقعها السابقة تقريبا . تعرف هذه الفترة بالساروس (قد تحدث كسوفات اخرى خلال هذه الفترة) . ليس الساروس (١٠) غاية في الدقة ، لكنه مفيد للتنبؤات ، وكثيرا ما لجأ اليه الاقدمون .

حول كتلة القمر المظلمة (١ - ث) . ثمة ايضا كسوفات جزئية (١ - ت) ، وذلك عندما لا تحجب الشمس بكاملها . الكسوفات الحلقية والجزئية غير مهمة نسبيا ، لأن المناطق المحيطة بالشمس لا تظهر للعيان ابانها .

يعود تسجيل الكسوفات الى عدة قرون . فهناك كسوف شوهد في الصين قبل ٢١٣٦ سنة ق . م . لا تحدث الكسوفات في كل مرة

(٨) - يظهر في هذه الصورة احد الاحداث الشمسية الاكثر اثارة التي سجلت خلال دراسة الشمس من سكايلاب . فقد بين فلم صور في ١٠ يونيو عام ١٩٧٣ « فقاعة » هائلة من مادة متخلخلة بحجم الشمس ، كانت تنطلق الى الخارج عبر الاكليل بسرعة تقرب من ٤٠٠ كلم في الثانية .

(٩) - البقعة السوداء في هذه الصورة ذات الالوان الكاذبة التي التقطها سكايلاب بأشعة اقصى ما فوق البنفسجي تمثل فجوة اكليلية واسعة ، وهي ليست متناقضة كل التناقض .

(١٠) - اثنا عشر كسوف شمسيا اشير

الى كل واحد بخط (أ) يمثلون مجموعة من الكسوفات المتجانسة لاروسات مختلفة . كسوف عام ١٩٩١ سيكون تاما فوق امريكا الوسطى ، اما الكسوف الثاني فيكون جزئيا . كان كسوف عام ١٩٧٠ (ب) تاما فوق مكسيكو وفلوريدا . وجزئيا فوق امريكا الشمالية .



مراقبة الاكليل

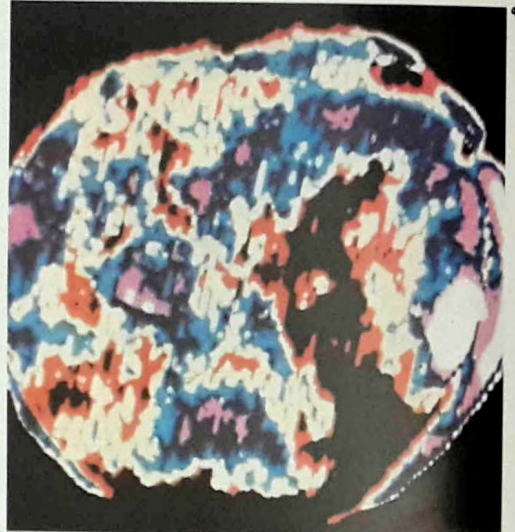
اكثر ما يثير الاهتمام في الكسوف الكلي
امكانية مراقبة الاكليل (٦ و ٥) . لقد تبين
ان شكل الاكليل يتغير وفقا لحالة الدور
الشمسي . فعندما تكون الكلف عند حدها
الادنى ، يكون الاكليل تام التماثل . وعندما
تكون عند حدها الاقصى ، تحدث فيه تنوعات
بارزة . اثناء الكسوف الكلي ، تكون السماء
على درجة من الظلمة تمكن من رؤية

السيارات والنجوم الساطعة ، وقد عُثر ، في
مناسبات عديدة ، بالقرب من الشمس
المحجوبة ، على مذنبات لم تكن بالحسبان .
اصح الآن من الممكن ، بفضل تقدم
المطيافية كطريقة للبحث ، دراسة
الكروموسفير والشواظات في اي وقت كان .
اما الاكليل ، فما تزال تعترض دراسته بعض
الصعوبات ، لأن حتى قسمه الداخلي هو
اضعف بكثير من الكروموسفير . تظل معرفة
الشمس اذن ناقصة ، ويحول دون محاولات
انماؤها عجز بعض الاشعاعات في الطيف
الكهرطيسي ، بما فيها الاشعة السينية ، عن
الوصول الى سطح الارض .

في الماضي ، استنبطت عدة طرائق للتغلب
على آثار الجو الارضي الحاجبة . فاستخدمت
المناطيد مثلا ، لكنها لم تستطع الارتفاع الى
ما كان علماء الفلك يبتغونه . اخيرا وجد
الحل المنشود . عندما وضعت آلات متطورة
لدراسة الاشعة السينية الشمسية في مركبة
فضائية ، كما حصل لسكايلاب . استخدمت
هذه الآلات بنجاح (٧) ، فسمحت بدراسة
الاكليل على جميع الاطوال الموجية .

مراقبات الشمس المقبلة

على الرغم من المعرفة المكتسبة حديثا ، ما
تزال عدة مسائل عالقة بدون حل . فقد دلت
اختبارات سكايلاب بأشعة ما فوق البنفسجي
على بنية اكليلية اكثر تعقيدا مما كان معروفا
في ما مضى ، كما كشفت الصور الملتقطة
بالاشعة السينية ايضا عن مناطق اكليلية ذات
كثافة منخفضة - او عن فجوات اكليلية - قد
تكون السبب في ما يحدث في الريح الشمسية
من اضطرابات .



أنواع النجوم

حد ذاته تظل محدودة . تعتمد الفيزياء الفلكية ، في الدرجة الأولى ، على المطياف لتحليل الضوء والحصول على معلومات عن المواد الموجودة في مصدر هذا الضوء .

الأطياف النجمية

أول من درس طيف الشمس كان اسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) في عام ١٦٦٦ . لكن التقدم الحقيقي تم في القرن التاسع

ليس من نجم ، باستثناء الشمس ، قربها من الأرض يكفي لكي يظهر لمن هم على سطحها أكثر من نقطة من الضوء . لذلك ترتدي دراسة الشمس أهمية فائقة للتعرف الى عالم النجوم ، خصوصاً وأن قيمة المرقب في



(١) - إذا صُوِّبَت آلة تصوير نحو السماء ليلاً وعرضناها مدة من الزمن دون أن نحركها ، تبدو النجوم على الصورة بشكل خطوط . وذلك بسبب دوران الأرض على محورها . كلما طالت مدة التعريض ، طالت الخطوط . إذا أطلنا مدة التعريض ، تصبح الألوان المختلفة للنجوم أكثر وضوحاً . كما يبدو في هذه الصورة . فالنجوم الفاتحة الحارة تبدو زرقاء أو بيضاء ، والنجوم التي هي دونهما حرارة تبدو صفراء ، والتي هي الأبرد تبدو خطوطاً حمراء .

(٢) - صورة للكوكبة الشهيرة نعيم (المليب الجنوبي) التقطها في رودسيا ج . مك بين . كانت آلة التصوير مثبتة على مرقب دوار كي تظهر النجوم نقاطاً ساكنة لا خطوطاً . من بين النجوم الرئيسية الأربعة ، ثلاثة حارة وبيضاء ، لكن النجم الرابع - وهو غما نعيم - فهو عملاق أحمر يُرى لونه هنا بوضوح . من الممكن أن ترى هذه الألوان بمنظار عادي .



(٣) - التقط هـ . ر . هتفيلد صورة خطوط المغنيزيوم في المنطقة الخضراء اللطيف الشمسي بواسطة مرقب الطيف الشمسي . تقع خطوط المغنيزيوم على موجة طولها ٥١٧٠ أنغستروم .

(٢) - صورة للكوكبة الشهيرة نعيم (المليب الجنوبي)

عشر، لا سيما على يد جوزف فون فراونهوفر (١٧٨٧ - ١٨٢٦) ، الذي رسم خطوط الامتصاص القائمة في خريطة طيف الشمس ، وهي ما تزال في أكثر الأحيان تدعى باسمه .
بيّنت دراسات رائدة ، قام بها خصوصاً انجلو سكّي (١٨١٨ - ١٨٧٨) في إيطاليا ووليم هغنس (١٨٢٤ - ١٩١٠) في إنجلترا ، انه بالإمكان تقسيم النجوم حسب أطيفها الى عدة أنواع متميزة . النظام المتبع اليوم (٥) .

هو الذي وضعه مدير مرصد هارفرد كوليدج ، ادوارد بيكرينغ (١٨٤٦ - ١٩١٩) . في هذا النظام ، أعطيت الأنواع أحرفاً ابجدية ، فكانت للأنواع الرئيسية الستة ، حسب الترتيب التناقصي لحرارتها السطحية ، الأحرف : ب ، أ ، ف ، ج ، ك ، م . يشمل الجدول الكامل ، فضلاً عن هذه ، على خمس فئات أنواعها نادرة ، تظهر فيها خصائص طيفية مختلفة وهي : هـ ، و ، ر ، ن ، س .

(٥) - هذا هو تصنيف هارفرد للأنواع الطيفية لفئات النجوم الست الرئيسية ، ب ، أ ، ف ، ج ، ك ، م . يرى طيف كل فئة وقد ظهر رمزه اللوني الى جانب رسم هرتسبرونغ - رسل البياني . يمثل كل فئة نجم واحد فقط . نجوم فئة ب (رجل الجوزاء) ، خطوط الهيليوم بارزة وحرارة السطح ... ٢٥٠٠ س ، نجوم فئة (أ) (الشمري البمانية) ، خطوط الهيدروجين بارزة وحرارة السطح ... ١٠٠٠٠ س ، نجوم فئة ف (نجم القطب) ، خطوط الكالسيوم بارزة وحرارة السطح ... ٧٥٠٠ س ، (من هنا يبدأ التصنيف الى عملاقة وأقزام) ، نجوم فئة ج (الشمس) ، حرارة السطح ... ٥٧٠٠ س للمعالمقة و ٦٤٠٠ س للأقزام ، نجوم فئة ك (السماك الرامح) ، حرارة السطح ... ٤١٠٠ س للمعالمقة و ٥١٠٠ س للأقزام ، نجوم فئة م (منكب الجوزاء) ، حرارة السطح ... ٣١٠٠ س للمعالمقة و ٢٥٠٠ س للأقزام . أكثر هذه النجوم متغيرة .



يدخل في عداد أبرز الخطوط الطيفية .

الموجود أيضاً في الطيف الشمسي . هذا النوع من الخطوط

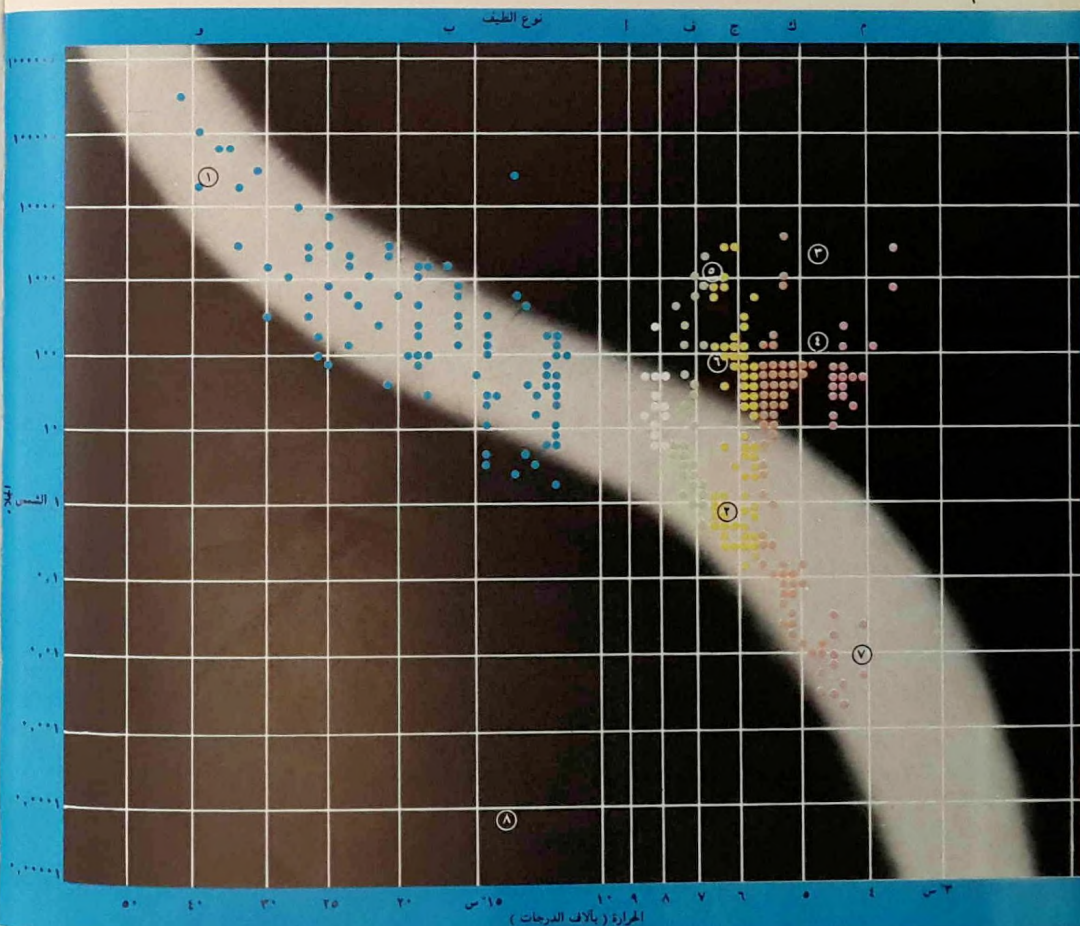
(٤) - التقط هـ . ر . هتفيلد صورة خط الصوديوم المزدوج

نوع ج ، وج ٥ متوسطاً بين ج و ك ، وج ٩
أحرّ قليلاً من ك صفر (الرتبة الخاصة بطيف
الشمس هي ج ٢) .

تصنيف هرتسبرونغ - رسل
في عام ١٩٠٨ ، وضع الفلكي الدنمركي
انجار هرتسبرونغ (١٨٧٣ - ١٩٦٧) رسماً
بيانياً عيّن فيه موقع النجوم حسب درجة
ضياؤها ونوع طيفها ، كما قام هنري رسل

لا تأتي الأحرف الأبجدية في هذا الجدول
متتابعة بالتسلسل ، لأن عدة تعديلات
أساسية قد أدخلت عليها خلال فترة البحث .
يشكل لون النجم مفتاحاً لمعرفة نوع
طيفه . فالنجوم من أنواع و ، ب ، أ ، بيضاء
أو بيضاء تميل الى الزرقة ، ف ، ج ،
صفراء ك برتقالية ، والبقية برتقالية
حمراء . اما الفروع ، فتعطى
بالأرقام ، وعلى هذا يصبح ج صفر أحرّ فروع

٦



(١٨٧٧ - ١٩٥٧) في الولايات المتحدة
 ببحوث مماثلة ، فأصبحت الرسوم البيانية
 التي توضع اليوم تعرف باسم رسوم
 هرتسبرونغ - رسل أو رسوم هـ - ر البيانية
 (٦) . جاءت هذه الرسوم بالحقيقة غنية
 بالمعلومات ، ويكفي القاء نظرة عابرة على
 هذه الرسوم للتأكد ان النجوم ليست موزعة
 فيها توزيعاً عشوائياً ، مع انها لم تتوخَّ ، كما
 كان يظن سابقاً ، وصف تسلسل تطوري

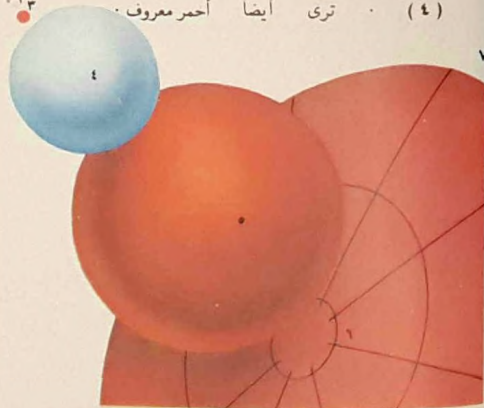
- (٦) - لرسم هرتسبرونغ - رسل البياني أهمية اساسية .
 صُنفت النجوم في الرسم بناء
 على درجة ضيائها بالمقابلة
 مع درجة ضياء الشمس وعلى
 أنواع أطرافها ودرجات الحرارة
 على سطحها . تقع أكثر
 النجوم على طول حزام واضح
 المعالم يعرف بالسلسلة
 الرئيسية . تمتد السلسلة من
 النجوم الفاتحة الحرارة من فئة
 و (١) في أعلى اليسار ،
 مروراً بالنجوم من فئة ج
 (٢) كالشمس ، الى الأقزام
 الحمراء من فئة م (٧)
 الضعيفة الضياء . في أعلى
 اليمين ، تقع العملاقة الحمراء
 العظمى (٣) وفرع العملاقة
 (٤) . ترى أيضاً
 (٧) - تتفاوت النجوم في
 أحجامها ودرجات حرارتها
 وضياؤها . فالذئب ٣٥٩ (١)
 قزم أحمر باهت ، وإبسيلون
 النهر (٢) أصغر من الشمس
 (٣) وأبرد منها ، ورجل
 الجبار (٤) يفوقها جلاء
 ٥٠٠٠ ضعف . الذئبان (٥)
 عملاق أحمر ، وقلب العقرب
 (٦) أضخم عملاق
 أحمر معروف . ١٢٣

دقيق . تقع أكثر النجوم في حزام واضح
 الحدود ، يمتد من أعلى اليسار في الرسم الى
 أدنى اليمين . عرف هذا الحزام بالسلسلة
 الرئيسية ، واعتبرت الشمس نجماً نموذجياً
 فيه .

يتضح أيضاً من هذه الرسوم انه يوجد ،
 في عداد النجوم الحمراء والنجوم البرتقالية ،
 وبدرجة أدنى ، النجوم الصفراء - أي الأنواع
 من ج الى آخر السلسلة - نجوم عملاقة ونجوم
 قزمة . فلنأخذ مثلاً نجمين من نوع م ، هما
 منكب الجوزاء في الجوزاء وبروكسيما
 قنطورس التي هي أقرب النجوم إلينا ، نجد
 أن حرارة سطحيهما تكاد تكون واحدة ، لكن
 هذا هو وجه الشبه الوحيد بينهما . فمنكب
 الجوزاء قطره متغير يتقلب بين ٤٢٠ و ٥٦٠
 مليون كلم ، وهو كبير الى حد انه يتسع
 لاحتواء مدار الأرض بكامله ، كما يفوق
 جلاؤه ١٠٠٠٠ ضعف جلاء الشمس . اما قطر
 بروكسيما قنطورس ، فلا يبلغ مليون كلم ،
 ولا يتعدى ضياؤه عشرة من ألف جزء من
 جلاء الشمس (٧) .

التصنيفات النادرة

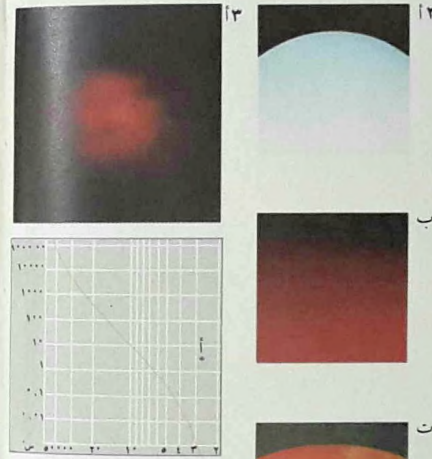
تقع أكثر النجوم بين ب و م من سلسلة
 هارفرد . للنجوم من نوع هـ ، المعروفة أيضاً
 بنجوم وولف - رايت ، حرارة سطح مرتفعة
 تبلغ ... ٨٠٠٠ س ، وتظهر في أطرافها خطوط
 بث ساطعة صادرة عن جوها الغازي . هذه
 النجوم نادرة الوجود ، ويعرف منها فقط
 حوالي ١٥٠ نجماً في مجرتنا و ٥٠ نجماً في
 غيمة ماجلان الكبرى . ترتبط بها النجوم من
 نوع و التي سطحها دون سطحها حرارة
 (حوالي ... ٢٥ س) .



تطوُّر النجوم

باهتة . وفقاً لهذه النظرية ، يتكون النجم من تكتُّف غبار وغاز موجودين في فضاء ما بين النجوم . ثم يتقلص بفعل قوى التجاذب ، فترتفع الحرارة في داخله ، فيأخذ بالتألق في صورة عملاق احمر ضخم منتشر من طراز م^١ . ويستمر في التقلص المقترب بارتفاع الحرارة ، حتى يبلغ أعلى السلسلة الرئيسية ، ثم ينحدر في السلسلة الرئيسية ، الى ان يصح قزما احمر باهتا من طراز م ؛ مع الزمن

في السنوات الاولى من القرن العشرين ، ساد الاعتقاد لدى الكثيرين من علماء الفلك ان النجوم تتطور تماما وفقاً لرسم هرتسبرونغ - رسل البياني (٦) ، بادئة نجوما بيضاء ساطعة ، ومنتهية نجوما حمراء



بعد ١٠٠٠٠ مليون سنة تقريباً ، يغادر السلسلة الرئيسية ويلتحق بفرع العملاقة

فئة ك والذي يفوق ضياؤه ٩٠ مرة ضياء الشمس ، فقطره يبلغ ٦٧ مليون كلم . (٢) - يُرى في هذه السلسلة من الرسوم البيانية تطوُّر نجم من النوع الشمسي - يتقلص النجم انطلاقاً من المادة المنبثة بين النجوم (أ) ثم يلتحق بالسلسلة الرئيسية (ب) . (ت) . فيشند ضياؤه حتى يبلغ ١٥٠٠ مرة ضياء الشمس ويمتد قطره حتى يبلغ ٥٠ مرة قطرها . عندئذ يصبح غير مستقر ويأخذ بتبديد مادته (ث) . بعد ذلك ، يتقلص فيصبح قزماً أبيض في منتهى الكثافة (ج) . يشير الخط الأحمر الى مسار تطوُّر النجم .



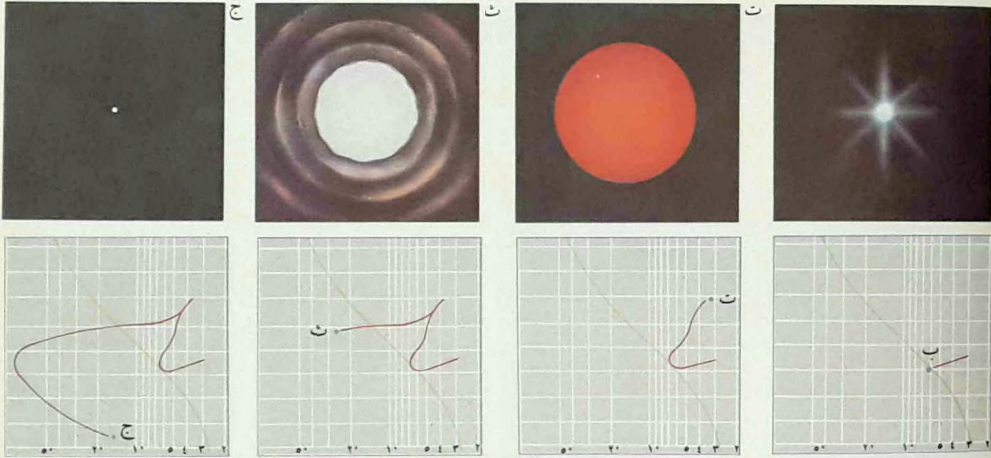
(١) - يُرى هنا سديم الوردية في صورة التقطها مرصد شميت (قطره ١٢٢ سم) ، في مرصد بالومار بالولايات المتحدة . يقع السديم في كوكبة وحيد القرن . (٢) - النجوم أنواع كثيرة ، ومنها ما هي أكثر ضياء من الشمس بكثير . فرجل الجبار (أ) من فئة ب ٨ مثلاً كثيف ساطع يقع في أعلى اليسار من السلسلة الرئيسية وتبلغ قوته ٤٩٠٠٠ ضعف قوة الشمس ، والعملاق الأعظم قلب العقرب (ب) الذي هو من فئة م في فرع العملاقة له قطر يبلغ ٤٢٠ مليون كلم وضياء يبلغ ٣٤٠٠ ضعف ضياء الشمس . أما الذيران (ت) الذي هو من

يتحول الى كرة باردة ميتة .

تطور نجم ذي كتلة شمسية

اتضح اليوم ان هذه النظرية حول التطور النجمي خاطئة تماما . فقد اصبح معلوما ان العملاق الاحمر ، منكب الجوزاء مثلا ، ليس نجما حديث العهد ، بل هو قديم جدا استنفد القسم الاكبر من مخزون طاقته واصبح في مرحلة متقدمة من التطور ؛ وان النجوم تشع

نتيجة للتفاعلات النووية التي تحدث في داخلها ؛ وان تسلسل تطورها يتوقف الى حد بعيد على كتلتها الاصلية عند تكونها من المادة السديمية ؛ فالنجم الضخم يتطور بشكل يختلف عن تطور نجم اقل ضخامة منه . العامل المشترك الوحيد بين النجوم هو ان جميعها تستهل حياتها في سدم غازية ، اشر مثال لها بلا ريب هو سديم الجوزاء م ٤٢ . عندما يكون النجم جنينا ويأخذ

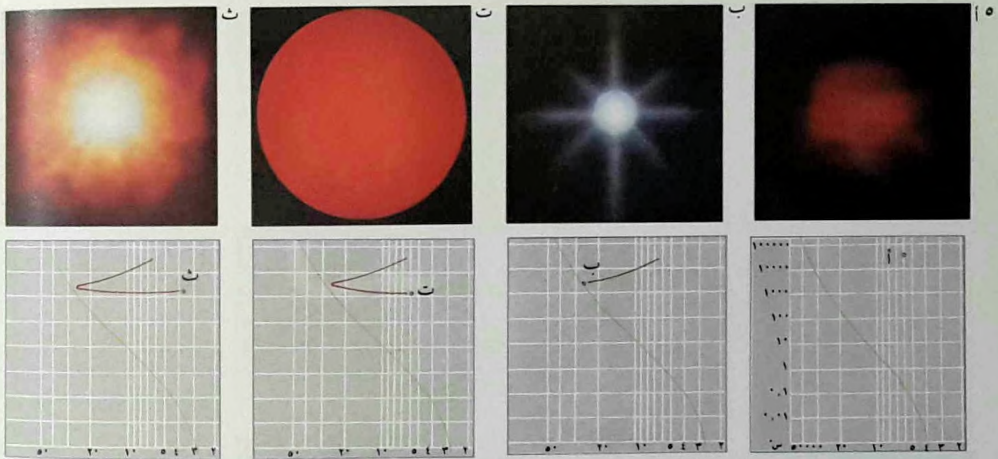


(٤) - سديم السرطان في الثور شيء غير عادي . فهو المتجدد الأعظم الذي شوهد عام ١٠٥٤ مضيئاً الى درجة أن رؤيته كانت ممكنة في وضوح النهار بالعين المجردة . بعد أن خبا الى ما دون القدر السادس ، غاب بطبيعة الحال عن الأبصار . غدت قضية ترابط المتجدد الأعظم لعام ١٠٥٤ وسديم السرطان الحالي موضع نقاش . لكن يبدو الآن أن هذا الترابط لم يعد محال للشك فيه .



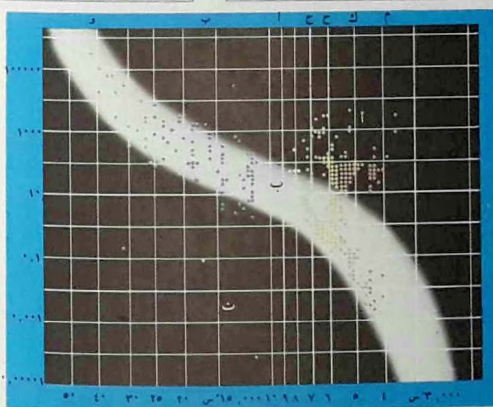
مدة قصيرة (قد لا تتعدى القرن الواحد او ما يقرب من ذلك) يفوق تألق الشمس الحالي من ١٠٠ ضعف الى ١٠٠٠ ضعف . بعد هذا الانفجار الرائع للضياء . يتابع النجم تقلصه . لكنه يبهت اكثر فأكثر كلما اقترب من السلسلة الرئيسية . بعد ذلك . تبلغ الحرارة الداخلية درجة كافية لحدوث التفاعلات النووية . فتتحد نوى الهيدروجين وتتحول الى نوى الهيليوم . ونتيجة لذلك تنقص الكتلة

بالتقلص . ترتفع حرارته . لكن لا يمكن ان تجري فيه تفاعلات نووية . اذا كانت كتلته صغيرة جداً . ولا يمكنه بالتالي ان يصل الى السلسلة الرئيسية . عوضاً عن ذلك . يبقى إشعاعاً ضعيفاً الى ان يستنفد طاقته . اما النجم الذي تقرب كتلته من كتلة الشمس (٢) . فهو . اذ يستمر في التقلص التجاذبي . يبلغ مرحلة تنتقل فيها الحرارة بالحمل من الداخل الى السطح . فيصبح تألق النجم بعد



(٥) - نرى هنا تطور نجم ضخم . أي نجم تتعدى كتلته الأساسية ثلاثة أضعاف كتلة الشمس . يتقلص النجم انطلاقاً من مادة مبنية بين النجوم (أ) . ثم يلتحق بالسلسلة الرئيسية (ب) . بعد مدة أقصر بكثير من مدة نجم من نوع الشمس . ينتقل الى منطقة العملاقة في رسم هـ - ر البياني (ت) . محرقاً أولاً الهيليوم ثم العناصر التي تفوقه ثقلاً . في آخر الأمر

(٦) - يبين رسم هرتسبرونغ - رسل البياني في شكل مبسط الفئات الرئيسية التي تنظم فيها النجوم خلال تطورها . ترى النجوم النموذجية في فئة العملاقة (أ) وقد خرجت من



وتحطمت ، يصبح بوسعها ان تتكدس بحيث
تصل كثافة النجم الى ١٠٠.٠٠٠ ضعف كثافة
الماء . بعد مدة طويلة اخرى ، يفقد النجم
كل حرارة وكل ضوء ويصبح قزما اسود
ميتا .

تطور النجوم الضخمة

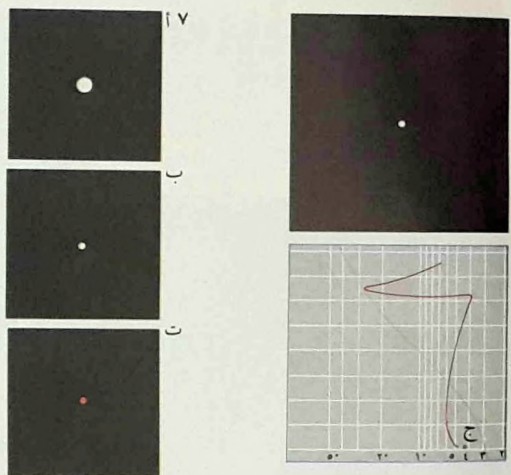
يتطور النجم الذي تفوق كتلته كتلة الشمس (٥) بكثير تطوراً سريعاً جداً فالنجم الساطع دورادوس في غيمة ماجلان الكبرى مثلاً لا يستطيع الاستمرار في إنتاج الطاقة على المعدل الحالي أكثر من مليون سنة. بينما لن تغادر الشمس السلسلة الرئيسية قبل ٥٠٠٠ مليون سنة أخرى على الأقل .

النجوم المفرطة الضخامة لا تتحول الى اقزام بيضاء . فعندما تبلغ نواتها حرارة تقرب من ٥٠٠٠ مليون درجة سنتيغراد ، تحل في بنيتها تغيرات هائلة : فالنواة تنهار ، ودرجة الحرارة في الطبقات الخارجية التي تكون التفاعلات النووية ما تزال جارية فيها ترتفع الى ٣٠٠ مليون درجة سنتيغراد ، ثم يحدث انفجار يبعث خلاله النجم من الطاقة في ثوان قليلة مقدار ما تبثه الشمس خلال ملايين السنين ، وهو يقذف بمواد الى الخارج . هذا هو ما يسمى بالتجدد الاعظم . بعدما تنتهي الاختلاجات ، لا يبقى الا غيمة من الغاز المتمدد مع نجم نيوتروني او بلسار يكون اصغر حجما حتى من قزم ابيض واكثر كثافة منه . سديم السرطان كناية عن حطام متجدد اعظم راقب الصينيون انفجاره عام ١٠٥٤ . يمثل سديم الوردية (١) ولادة نجم جديد ، بينما يمثل سديم السرطان (٤) موت نجم كان رائعا في ما مضى .

ويتحرر قسم من الطاقة ويدخل النجم في السلسلة الرئيسية ليستقر فيها مدة طويلة قد تدوم ١٠... مليون سنة .

الاقزام البيضاء والاقزام السوداء

تتعقب ذلك تفاعلات أخرى . لكن الطاقة النووية تنفد في آخر الامر . فبينما النجم يتحول الى قزم ابيض صغير وكثيف . بما ان الذرات التي يتألف منها تكون قد انصهرت



الرئيسية . الموق أيضاً من فئة ج . لكنه من فرع العالفة . يعادل ضياؤه ١٥٠ مرة ضياء الشمس . وهو يختلف كل الاختلاف عن القزم الأبيض رفيق الشعرى المائتة (ب) الذي من المحتمل أن يكون قد تقلص عن مرحلة كان فيها عملاقاً . كما يختلف أيضاً عن القزم الأحمر الذئب ٢٥٩ (ت) الذي هو من أضعف النجوم المعروفة لا يتعدى ضياؤه ٠,٠٠٠٢ ضياء الشمس .

السلسلة الرئيسية - (ب) - في أقصى اليسار (ت) توجد الأقزام البيضاء . تم حساب الضياء عمودياً في الرسم وحساب النوع الطيفي أفقياً .

(٧) - صُنِفَت نجوم اللّيلة الرئيسية التي هي بحجم الشمس في فئة الأقزام لتمييزها عن نجوم فئة العمالقة . فالشمس (أ) قزم نموذجي من فئة ج في اللّيلة

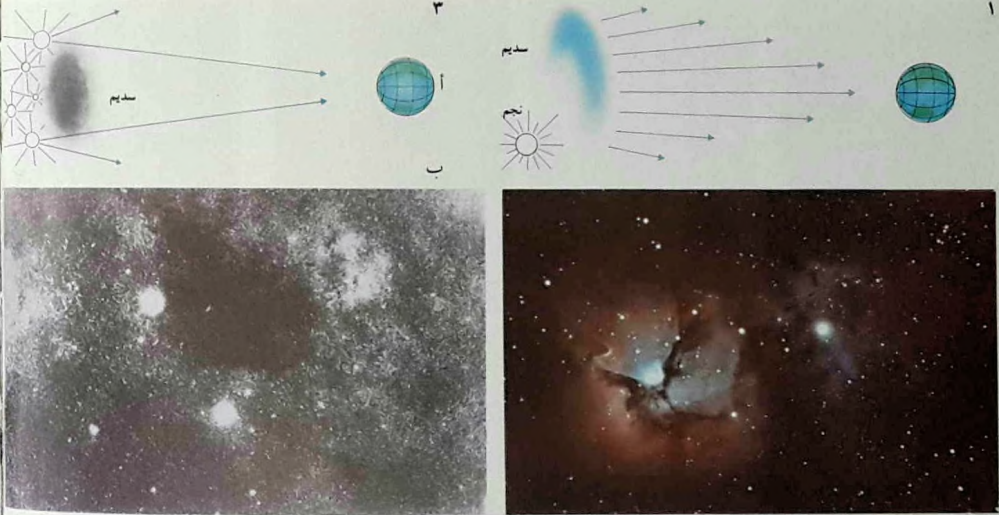
السدم

التي نشرها عام ١٧٨١ الفلكي الفرنسي شارل ميسيه (١٧٣٠ - ١٨١٧) والتي تحتوي على أكثر من ١٠٠ سديم .

لوائح السدم

في أواخر القرن التاسع عشر ، وضع الفلكي الدنمركي يوهان دراير (١٨٥٢ - ١٩٢٦) لائحة أكمل منيئة على مراقبات وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) وابنه جون

السدم أنواع مختلفة ، وقد تبين ان لها أهمية قصوى في النظرية الفلكية الحديثة . انها تظهر في عدة اماكن من السماء كبقع مضيئة تبدو كضباب ساطع . وضع علماء الفلك عدة لوائح للسدم ، من أشهرها اللائحة



(٥) - من الممكن رؤية سديم الجوزاء الساطع الواقع جنوبي الحزام في « سيف الصياد » بالعين المجردة . يعود سطوعه في الدرجة الاولى الى النجم المتعددتيثا الجوزاء الواقع في ناحية السديم المتجهة نحو الأرض . لو لم يكن هذا النجم موجودا ، لكان السديم مظلما كسديم رأس الفرس .

يحجب ضياءها كليا ، لأن الجسيمات الجامدة في السديم هي التي تمتص الضوء . لا الغازات المنبثة في فضاء ما بين النجوم .

(٤) - يشع السديم (أ) عندما يعكس ضوء نجم يكون في وضع ملائم . مجموعة الثريا (ب) في الثور مثل على سديم انعكاس .

(٢) - هناك سديم بث مشهور هو الثلاثي الشعب م في الرامي . وهو يُرى في هذه الصورة التي التقطها مرصد بالومار .

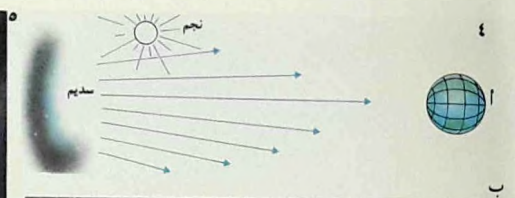
(٢) - يغشى السديم المظلم (أ) ضوء النجوم الموجودة وراه . خير مثال على ذلك كيس الفحم (ب) في نعيم . أما النجوم الأكثر بعدا ، فهو

(١) - اذا اضاء سدم البث نجم واقع في مكان مناسب فانها تبث ضوءا تتميز به المادة المكونة منها . فبإمكان نجوم من بعض الفئات المعينة ان تؤين ذرات الهيدروجين في السديم على مسافة ٥٠٠ سنة ضوئية تقريبا . أما اذا كانت حرارة النجوم المرافقة للسديم منخفضة جدا ، فلا يحدث ابتعاث منه .

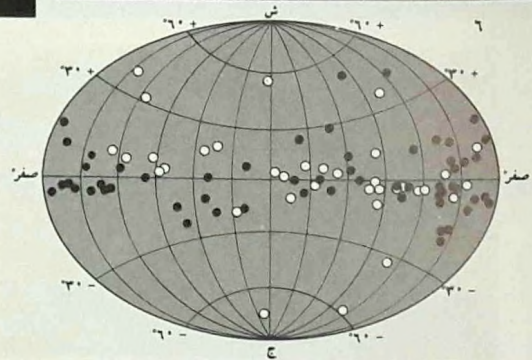
الغازية او الغبارية دون سواها ، وذلك تلافياً للبلبله .

السد م على نوعين رئيسيين : سد م باثة وسد م عاكسة . كلا هذين النوعين يوجدان لا في مجرتنا فحسب ، بل في مجرات اخرى ايضاً . فالسديم المسمى « العنكبوت » يقع في غيمة ماجلان الكبرى ، وهو أكبر بكثير من سديم الجوزاء م ٤٢ (٨) الذي هو أشهر سديم في مجرتنا . العنصر الرئيسي في جميع

(١٧٩٢ - ١٨٧١) ومعروفة باسم « الفهرست العام الجديد » . ما تزال ارقام هذا الفهرست وأرقام ميسيه (م) مستعملة حتى اليوم . قام ميسيه بفهرسة جميع الاشياء السديمية ، انطلاقاً من العناقيد النجمية حتى السد م الغازية وما يسمى بالأنظمة ، كنظام المرأة المسلسلة الحلزوني م ٣١ . وهي أنظمة تعلم اليوم انها مجرات . اتفق علماء الفلك الآن على الاحتفاظ باسم « السديم » للغيوم



(٦) - ليست السد م الغازية موزعة توزيعاً متساوياً في جميع مناطق السماء . فهي تتمركز في مناطق السكان ٠١ في المجرات . تقع هذه المناطق في مستوى المجرة الرئيسي أو في أذرعها اللولبية . بينما تقع مناطق السكان ٢ في نواة المجرة . يشكّل درب التبانة المستوى المجري . اذا نظر اليه من الارض . مجرة درب التبانة في المنطقة من السماء حيث توجد أكثر السد م . يبين الرسم البياني هذه المجرة (خطوط العرض المجريّة صفراء) . وفيها السد م يشار اليها بدوائر - سوداء لسد م الانعكاس وبيضاء لسد م البث . لا يظهر هنا الا القليل من السد م . لكن التوزيع واضح .



السدّم هو الهيدروجين . أغزر المواد في الكون قاطبة ، لكن فيها أيضاً كمية وافرة من الغبار . وهو الذي يمتص ضوء النجوم .

ضياء السدم

يتوقف ضياء السدم على وجود نجوم بالقرب منها او في داخلها ، فاذا كانت هذه النجوم في منتهى الحرارة ، يتأين الهيدروجين في السديم ويبث من ذاته كمية

من النور (١ ، ٢ ، ٥ ، ٨) . ظنّ في ما مضى ان بعض خطوط أطياف السدم تنم عن وجود عنصر مجهول فيها ، لكن علّم في ما بعد ان هذه الخطوط ناجمة عن عناصر مألوفة . كالأكسجين ، تكونت في ظروف غير مألوفة . اما اذا كانت النجوم أقل حرارة ، فالسديم يسطع بالانعكاس (٣ ، ٤) . واذا لم تكن هناك نجوم قط ، يبقى السديم مظلماً ولا يسطع قطعاً ، ولا يمكن كشفه الا لأنه



(٧) - السديم الرئيسي في كوكبة الرامي هو م ٨ المعروف باسم سديم الهور أو اللاغون . اكتشفه عام ١٦٨٠ جون فلاستيد (١٦٤٦ - ١٧١٩) ، وهو يرى بسهولة بالمرقب . لأن قدره المتكامل هو ٠.٦ . سديم م ٨ كثيف . تحتوي منطقته الوسطى على ٢١٠ الى ٤١٠ ذرة في السنتيمتر الكعب . ويقع على بعد ٤٨٥٠ سنة ضوئية عن الأرض . ترافقه مجموعة نجوم مجرّية . كما يحتوي على عدد من متغيرات الثور . كذلك يحتوي على بعض الكريات القاتمة التي قد تبدأ مع مرور الزمن بالأشعاع . والتي لكل منها قطر يبلغ حوالي سنة ضوئية . فيه أيضاً نجوم متوهجة . وهو فضلا عن ذلك مصدر بث إشعاعي .

« السكان ١ » و « السكان ٢ » . ففي مناطق السكان ١ (٦) ، تكثر كمية المادة المنبثة بين النجوم ، وتكون أكثر النجوم ضياء حارة وبياضاً ؛ اما في مناطق السكان ٢ ، فقد استنفدت تلك المادة الى حد بعيد في عملية تكوين النجوم ، وغدت أكثر النجوم ضياء عمالقة حمراء .

تكوّن النجوم

أهم ميزات مناطق السكان ١ ، من الناحية النظرية ، انها تبدو مناطق ما يزال تكوّن النجوم فيها مستمراً . يبدأ النجم حياته ، وفاقاً للآراء الشائعة ، بالتكثف انطلاقاً من المادة المنبثة بين النجوم . من الأكيد أن السدم هي مواقع لنشاط من هذا النوع ، لأن مادة ما بين النجوم تكون في مناطق الفضاء الأخرى متخلخلة للغاية . فمعدل ما يحتويه فضاء ما بين النجوم في السديم المربع ذرة واحدة من هذه المادة ، بينما كثافة السدم ، بالرغم من تخلخلها ، هي أكثر بكثير من ذلك . فسديم الجوزاء وسديم الهور (لاغون) (٧) والسديم الثلاثي الشعب (٢) هي في الواقع أمكنة تولد فيها النجوم . يصح هذا أيضاً في السدم المجرية في أنظمة أخرى ، كغيمة ماجلان الكبرى والسدم التي ترى في كوكبة المرأة المسلسلة . كذلك قد تكون الرقع القاتمة في السدم والتي تعرف بالكريات نجومياً أجحة .

تحتوي السدم أيضاً على نجوم عديدة غير ثابتة ومتغيرة الضياء ، وتعرف بالمتغيرات . كذلك شوهدت بعض النجوم تزداد جلاء خلال سنوات معدودة ، ولعل السبب في ذلك أنها تحررت من غيومها الغبارية الأولى .

يمتص ضوء النجوم الواقعة وراءه (٣ ، ٩) . هناك سدم مجرية مختلفة ترى بمقرّب صغير . الألوان الزاهية في الصور أدناه لا يمكن أن تراها العين ، وذلك ليس لأنها غير حقيقية ، بل لأنها ، لضعفها المفرط ، لا تؤثر في حاسة النظر .

في تصنيف اقترحه والتر باد (١٨٩٣ - ١٩٦٠) ، قسّم المناطق في مجرتنا (وفي المجزّات الأخرى) الى نوعين ، سماهما



(٨) - سيف الجوزاء (م ٤٢) أكثر ما يلفت النظر بين السدم الغازية . وهو يستمد ضياءه من النجم الموجود في داخله ، وهو النجم المتعدد الشهير المعروف بالمغين المنحرف أو ثيتا الجوزاء . وهو يرى هنا بوضوح .

(٩) - يقع سديم رأس الفرس في الجوزاء على مقربة من زيتا الجوزاء . وهو أبعد نجم في جنوبي الحزام . هذا السديم المظلم شبيه في الواقع برأس فرس الشطرنج . وبالإمكان مشاهدته بمقرّب صغير . غير أن دراسته تكون أفضل في صورة فوتوغرافية كهذه التي التقطها مرصد بالومار .

من السدم الى البلسارات

مع انهما في الواقع على الطرفين المتناقضين من تسلسل التطور النجمي . فأوميغا . وهو سديم منتشر . ما تزال النجوم تتولد فيه من المادة المنبثة بين النجوم . أما سديم السرطان . فهو حطام لمتجدد أعظم انفجر في الماضي السحيق .

السدم : مراحلها الأولى

يتصل بالنجم الفتى ت الثور - وهو متغير

الى وقت غير بعيد . لم يكن معروفاً ان هناك فوارق مهمة بين أنواع السدم المختلفة . فاذا نظرنا الى سديم أوميغا في الرامي . ثم الى سديم السرطان في الثور مثلاً . من الممكن ان يظهرنا لنا متشابهين كل التشابه .



منتصف الطريق بين بيتا وغما القيثارة اللذين يريان بالعين المجردة . الاختلاف في الالوان ناجم عن اختلافات في درجات الحرارة . قدره المتكامل ٩.٣ . وبعده عن

نجوماً جديدة تتكثف اليوم في السديم .

(٢) - يقع م ٥٧ . وهو السديم الحلقي في القيثارة وأشهر السدم الكوكبية . على

المتحدة . « الحفرة » الموجودة في الحافة الى الجهة اليمنى ناجمة عن وجود النجم المتعدد ثبيتا الجوزاء الواقع بالقرب من حافة السديم المتجهة صوب الارض . ليس من شك في أن

(١) - سديم الجوزاء . وهو مكان ولادة نجوم . أشهر جميع السدم الغازية . التقطت هذه الصورة له بعاكس هال (قطره ٥٠٨ سم) في مرصد بالومار في الولايات

النجم ت الثور ليس على قدر من الحرارة كاف لحدوث تفاعل في مادة السديم تجعلها تبث الضياء . مع ذلك . فهو مصدر لاشعاعات ما تحت البنفسجي . وليس من شك في انه مرتبط بالمادة السديمية التي تحيط به والتي منها تكون . هناك سدم متغيرة اخرى ترافقها نجوم فتية . منها سديم ر وحيد القرن في منطقة الجوزاء وسديم ر الاكليل الجنوبي في السماء الجنوبية .

فتي غير منتظم ما يزال يتقلص باتجاه السلسلة الرئيسية - سديم غاية في الطرافة اكتشفه عام ١٨٥٢ هاو انجليزي هو ج . ر . هند بمرقب كاسر قطره ١٧,٨ سم . فيما كان يبحث عن بعض النجوم بعد ٩ سنوات . لوحظ ان هذا السديم قد اختفى . ثم شوهد من جديد . وهو الآن في تناول المراقب الكبرى . لكنه لم يعد بارزاً . كما كان عندما اكتشفه هند . زد على ذلك ان

(٤) - اكتشف الفلكي

الفرنسي ل . دي شيزو عام ١٧٤٦ سديم أوميغا م ١٧ المعروف احياناً باسم سديم النضوة . الذي يرى بسهولة بالمنظار العادي . على ١,٥° شمالاً و ٢° شرقاً من نجم غتا الترس البالغ قدره ٥ . يفوق هذا السديم سديم الجوزاء كثافة . وفيه . كالعديد من السدم المنتشرة . مناطق ساطعة مع دلالات على وجود مناطق قاتمة ايضاً فيه . وهو يقع على تخوم كوكبتى الرامي والترس .

(٥) - يقع السديم الغازي م

١٦ بالقرب من الحدود بين الرامي وكوكبة الترس الصغيرة المحاذية لذنب السر . يبلغ قدر م ١٦ المتكامل ٦,٤ . مما يجعله مرئياً بنظارات عادية . وبعده عن الارض ٥٩٠٠ سنة ضوئية . يرى هنا السديم في صورة اتخذت بالضوء الاحمر . تظهر فيها مناطق ساطعة ومناطق قاتمة .



يبلغ بعده عن الارض ٦٠٠ سنة ضوئية . نجمه المركزي . وقدره ١٣,٢ . يرى بوضوح في هذه الصورة التي التقطها مرقب مرصد بالومار ذي القطر ١٢٢ سم .

(٢) - من الغريب ان السديم الكوكبي في الدلو لا ذكر له في لائحة السدم التي وضعها مينييه . مع انه في الواقع أكثر جميع السدم الكوكبية سطوعاً ويفوق بلا ريب سديم القيثارة الحلقي .

الارض ١٤٠٠ سنة ضوئية . ليس النجم الاوسط ساطعاً على الاطلاق . مع انه يرى بوضوح . أما النجم الآخر (في اعلى اليمين) . فهو من نجوم الخلفية . ولا علاقة له بالسديم م ٥٧ .

الأقل . لكن ليس لدينا من سبيل لمعرفة ذلك . لأنه ليس بالإمكان سوى دراسة اشعاعات ما فوق الأحمر المنطلقة منه والتي بإمكانها وحدها اختراق السديم وبلوغ الأرض . مهما يكن من أمر ، فإن تولد النجوم في غيمة الجوزاء ما يزال مستمراً .

السدم السيارة

هناك سدم أخرى تمثل مراحل متأخرة

هذه هي اذن سدم ما تزال النجوم تتولد فيها . على غرارها أيضاً السدم الغازية او المجزئة المألوفة . مثل م ٤٢ في الجوزاء . ففي صميم م ٤٢ مصدر لإشعاعات ما تحت الأحمر يعرف بإسم « شيء بكليين » . وهو يظل محجوباً عن الأرض من جراء المادة السديمية . قد يكون هذا « الشيء » اما نجماً حديث العهد او جرمأ في منتهى القوة يربو جلاؤه على جلاء الشمس مليون مرة على

٦



- (٦) - قد يكون سديم البرقع في الدجاجة - المدعو أحياناً الطخوور - حطام متجدد اعظم . تبين الصورة التي التقطها كاسر شمت (قطره ١٢٢ سم) في مرصد بالومار الشكل القوس الذي لا يخلو من المغزى . يبعد السديم عنا مسافة ٢٥٠٠٠ سنة ضوئية . وقد حسب بالاستناد الى حركات الغاز فيه . أن انفجار المتجدد الاعظم قد حصل قبل ٥٠٠٠٠ سنة . وأن سديم البرقع سيفقد ضياءه بعد ٢٥٠٠٠ سنة .

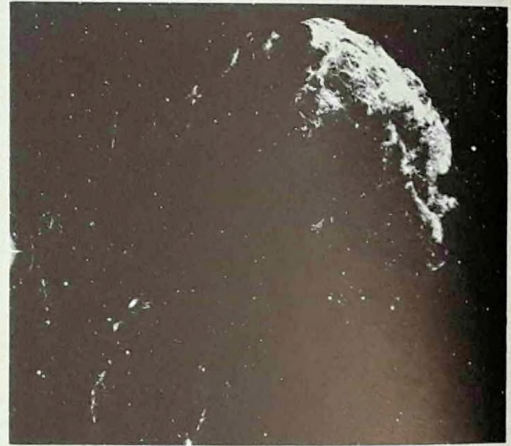
وهو يتألف من نجم مركزي يحيط به غلاف غازي كروي الشكل في منتهى الرقة . اذا نظر اليه بامعان يرى على حافته من المادة المتوهجة اكثر مما يرى منها في الوسط . وهذا ما يجعله شبيهاً بالحلقة . يبلغ قطره سنة ضوئية واحدة تقريباً . لكن الغاز المحيط به في غاية التخلخل . وهو دون كثافة الهواء في مستوى البحر بملايين المرات .

جميع السدم السيارة أخذة بالتمدد . ومن الصعب ان يكون عمرها أكثر من عشرات آلاف السنين . بناء على بعض التقديرات . يعتقد أنه اذا كان الغلاف الغازي للسديم صادراً عن نجم قديم لفظه - وهذا معقول ان يحصل - فمادته لن تظل مشعة أكثر من ١٠٠٠٠ سنة او ما يقرب من ذلك .

المتجددات العظمى والبسارات

أخيراً . هناك سدم تمثل النتيجة النهائية للتطور النجمي . سديم السرطان أشهر مثل لها معروف . وهناك سدم غيره . لكنها جميعاً تقريباً أقدم منه . لذلك لا تبدو أشكالها واضحة . (في أية حال . يبدو سديم السرطان مع بلساره المركزي الفريد شيئاً نادراً) . في سديم البرقع (٦) . للمادة المضيفة في كوكبة الدجاجة شكل مقوس واضح . وكل الإشارات الأخرى تشير الى ان هذا السديم هو حطام متجدد أعظم انفجر في أزمنة ما قبل التاريخ . معدل تمدده الآن يبلغ ١٢٠ كلم في الثانية . هناك اذن تسلسل كامل في تطور السدم . يبدأ بالسدم من فئة ت الثور التي ترافقها ولادة نجوم . وينتهي بحطام نجمية لمتجددات عظمى انفجرت في الماضي السحيق .

في التطور النجمي . منها خصوصاً السدم المدعوة السدم السيارة . وهي تبدو بشكل أقراص او حلقات صغيرة باهتة لا تختلف كثيراً عن أقراص الكواكب السيارة وحلقاتها . هذه السدم . كالسدم المنتشرة . غازية . لكنها بالحقيقة ليست كواكب سيارة ولا سدماً . لذلك كان اسمها الشائع . « السدم السيارة » . غير مناسب . أشهرها السديم الحلقي م ٥٧ في القيثارة (٢) الذي اكتشف عام ١٧٧٩ .



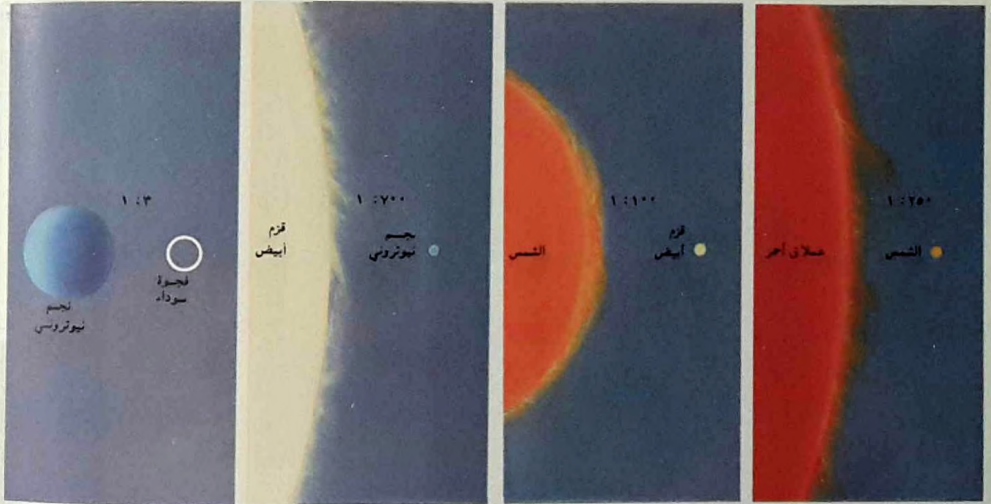
(٧) - من المرجح ان يكون هذا السديم الغازي في التوأمين مرتبطاً بنجم ميت . لأن فيه ما يوحي بأنه حطام متجدد أعظم منفجر . هناك سدم أخرى هي أمكنة لولادة نجوم .

البلسارات ولفجوات السوداء

تبدأ التفاعلات النووية فيه ، بعد نفاذ « الوقود » المتوافر لديه . يأخذ في التضخم حتى يصبح عملاقا احمر ، بعد ذلك . ينهار ، متحولا الى قزم ابيض .

اما النجم الذي يفوق الشمس حجما ، فهو يتصرف على خلاف ذلك . فعند نفاذ مخزوناته النووية ، ينفجر متجددا اعظم . خاتما حياته النيرة نجما نيوترونيا او بلسارا داخل غيمة ممتدة من الغاز .

لتفسير طبيعة فجوة سوداء . لا بد من دراسة التطور النجمي (١) . فنجم من حجم الشمس . مثلا . هو في حالة تقلص مستمر سيؤدي به الى السلسلة الرئيسية ، عندما تبلغ حرارته المركزية درجة كافية من الارتفاع .



واحدًا من البلسارين
الوحيدين اللذين تم التعرف
عليهما بواسطة آلة بصرية .
التقط هاتين الصورتين عاكس
قطره ٣٠٥ سم في مرصد ليك
بكاليفورنيا . يمكن مشاهدة
البلسار في (أ) . اما في
(ب) . فيكاد لا يُرى . لا
يتعدى دور نبضاته كله ٢٢
ملي ثانية . من المسلم به اليوم
اجمالا ان البلسارات هي في
الواقع نجوم نيوترونية .

الاحمر في الرسم البياني يشير
الى طرفي المحور المغنطيسي
للبلّسار . عندما يدور البلسار .
تتغير قوة الاشارة وفاقا لوضع
المحور . فعندما يواجه احد
طرفيه الارض (١) . تكون
الشدة في اقصاها . وعندما
يواجه الطرف الآخر الارض
(٢) تكون الشدة في ادناها .

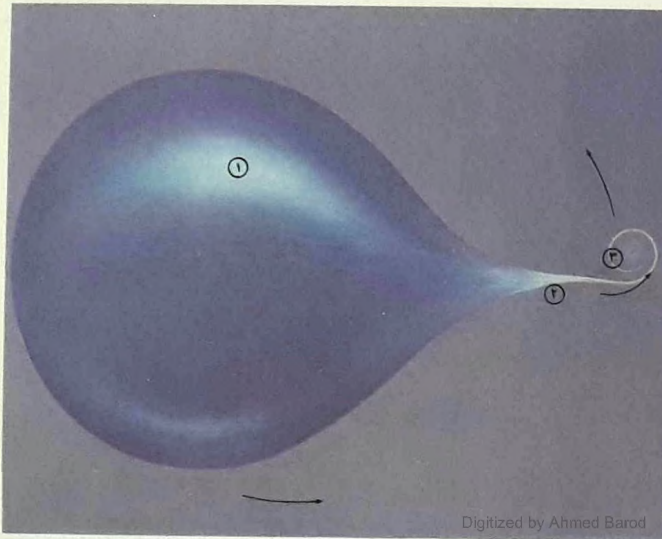
(٢) - لبلسار سديم
السرطان اهمية فائقة لعلماء
الفلك . لأنه كان حتى الآن

(١) - ترى هنا الاحجام
النسبية لنجم عملاق وللشمس
ولقزم ابيض ولنجم نيوتروني
ولفجوة سوداء . النسب معطاة
لكل رسم بياني . وعلى هذا
يكون قطر الشمس مساويا
تقريبا ١٠٠ ضعف قطر قزم
ابيض . وكشلة النجم
النيوتروني مساوية لكتلة
الشمس .

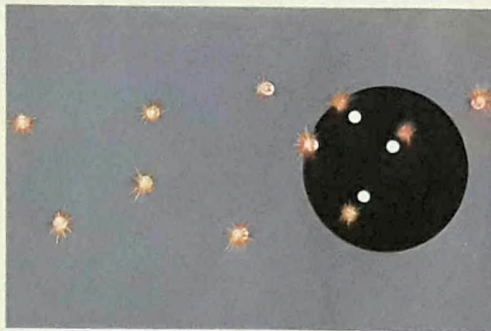
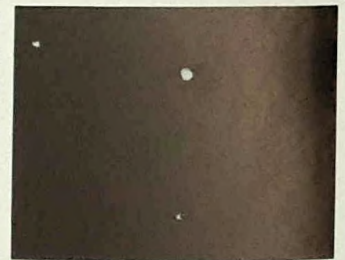
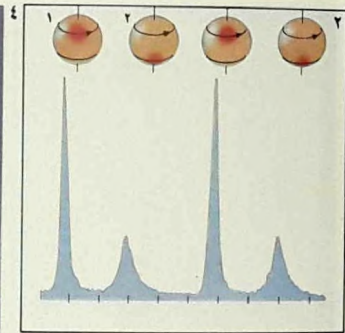
(٢) - بتغير اشعاع
البلسارات دوما . فاللون

بكثافات شبيهة بكثافة القزم الابيض وكثافة
النجم النيوتروني . لكنه يتابع تقلصه . مزدادا
صغرا وكثافة حتى يبلغ حالة من الانهيار
التجاذبي يستحيل فيها توقفه عن التقلص . في
تلك الحالة . لا يتمكن الضوء من الافلات منه
الا بصعوبة . ثم ما يبرح الجرم متقلصا حتى
يبلغ ما يعرف بالدرجة الحرجة . وهي
النقطة التي يصبح عندها مجال الجاذبية قويا
الى حد ان الضوء ذاته يصبح عاجزا عن

من القزم الابيض الى الفجوة السوداء
في القزم الابيض . تكون الذرات مسحوقة
ومحطمة ومتراصة بشكل لا يترك الا القليل
من الفراغ . اما في النجم النيوتروني . فالمجال
الجاذبي يكون قويا الى درجة انه يحتم على
البروتونات والإلكترونات ان تتحد معا
لتكوين نيوترونات . بحيث تصبح كثافة المادة
في النجم النيوتروني كثافة قزم ابيض .
عندما ينهار نجم كثيف . قد يمر



Digitized by Ahmed Barod



(٥) - « أفق الحدث »
هو حدود الفجوة
السوداء (المنطقة
السوداء) . هنا ترى
بعض مصادر الضوء .
مع موقع كل ضوء
بُعَيْدٌ بَنَّهُ (الدوائر
البيضاء) . فيبان كيف
تثني الجاذبية الضوء
عندما « يسقط » في
الفجوة السوداء .

أكثر من ٧٠٠ يوم .
 في هذا الثنائي ، أكثر العضوين ضياء هو
 عملاق اعظم اصفر فائق الضياء ، تبلغ قوته
 ٦٠٠٠ ضعف قوة الشمس . اما رفيقه الضعيف
 الذي يسبب الكسوف ، فهو لم يُر قط ، ولا
 تنبعث منه سوى اشعاعات ما تحت الاحمر .
 وبقي جميع علماء الفلك الى زمن غير بعيد
 يعتقدون انه نجم ضخم بارد تكثف من المادة
 المنبثقة بين النجوم وما يزال يتقلص ، وان
 حرارته ليست كافية لتمكّنه من السطوع
 بالطاقة النووية . لكن هناك من يعتقد اليوم
 ان هذا العضو قد يكون مجرد فجوة سوداء .
 اذا كان لهذا العضو ، كما يقال ، كتلة
 تساوي ٢٣ ضعفا كتلة الشمس ، وهذا كثير في
 المقاييس النجمية ، وجب ان يكون منيرا ، مع
 انه ليس منيرا في الواقع . لهذا ، رأى الفلكيان
 الامريكيان أج.و. كامرون و.ر. ستورثز ، انه
 ليس سوى فجوة سوداء تحيط بها غيمة من
 جسيمات صلبة تدور لولبيا حول الحد
 الخارج - او « أفق الحدث » كما يسمى -
 (٥) - وتنبث اشعاعات ما تحت الأحمر التي
 نلتقطها على الأرض ، وان هذه الجسيمات ،
 بعد مرور الوقت الكافي ، ستجتاز « أفق
 الحدث » وتدخل في صميم الفجوة السوداء
 التي لن تخرج منها أبداً .

مصادر الاشعة السينية

لنجم عملاق في الدجاجة رفيق تصدر عنه
 اشعة سينية ، من المحتمل ان يكون هو ايضا
 فجوة سوداء .

من المعروف ان علم فلك الاشعة السينية
 حديث العهد ، لأنه يقتضي ارسال معدات
 الى ما فوق طبقات الهواء الحاجبة ، وتقناته
 لم تظهر قبل الستينات . بالرغم من
 ذلك ، عثر حتى الآن على العديد من مصادر
 الاشعة السينية ، احدها سديم السرطان
 (٨) .

معظم مصادر الاشعة السينية موجودة في
 مجرتنا ، وتقع قريبا من مستوي درب التبانة
 الرئيسي . لكن كان هناك مجرات أخرى تنطلق
 منها ايضا اشعة سينية ، في مقدمتها النظام
 الضخم في العذراء م ٨٧ .



(٨) - سديم السرطان حطام
 متجدد اعظم . لوحظ عام
 ١٠٥٠ . انه يحتوي على بلّار
 يبعد عنا مسافة ٦٠٠٠ سنة
 ضوئية ، ويقال عنه انه
 « محطة توليد الطاقة » في
 السرطان .

النجوم المزدوجة

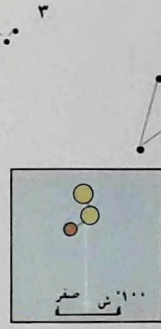
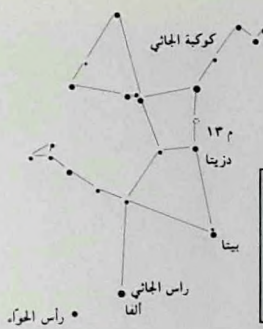
تبدو . فبعضها ثنائي بالحقيقة ، اي هي
انظمة متحدة فيزيائيا ، بينما غيرها تبدو
متحدة وهما ، نتيجة لتأثير خط الرؤية .

النجوم الثنائية وبنيتها

كان يظن في الماضي ان جميع النجوم
المزدوجة وهمية ناتجة فقط عن تأثير خط
الرؤية ، ولم تكتشف المزدوجات الحقيقية قبل
المراقبات التي اجراها عام ١٧٩٣ وليم هرشل

في الكون ، فضلا عن النجوم المنفردة
كالشمس . نجوم مزدوجة واخرى اعضاء في
انظمة معقدة .

هذه النجوم المزدوجة شائعة الى حد يدعو
الى الدهشة ، لكنها ليست دائما تماما كما



(١٠) - تحتوي كوكبة
فرساوس على بعض النجوم
الساطعة ، ولها شكل متميز .
يقع الغول في القسم الجنوبي
من الكوكبة ، وله ، على كل من
جنبيه ، نجم أقل ضياء منه
بكثير (كبا ورو) .

(١١) - يحتوي نظام الغول
الثنائي على نجم صغير ساطع
من فئة ب ٨ (أصفر) ونجم
كبير أقل منه ضياء من فئة ك
(برتقالي) . عندما يمر
النجم الساطع أمام النجم
الخافت (١) ويكسفه ،
ينخفض الضوء قليلا ، وعندما
يلعب النجمان (١٠٢) بظل
النور ثابتا ، ويحصل الحد

(أ. ب) نجمان ساطعان ،
هما منكب الجوزاء ورجل
الجبار . رجل الجبار هو أحد
النجوم العديدة المزدوجة في
الجوزاء التي تحتوي أيضا على
السديم م ٤٢ الذي يُرى
بالعين المجردة .

(٧) - يقع النجم المتعدد ثنيًا
الجوزاء الملقب بالعين المنحرف
في الجزء الخارجي من
السديم الكبير . جميع النجوم
التي يتألف منها هي من
الطراز الطيفي أ ومن المحتمل
أن تكون من أصل واحد .
رؤيتها ممكنة بمقرّب صغير .

(٨) - الدجاجة من أغنى

(٢) - ألفا الظلمان نجم
ثلاثي يرى من خلال مقرّب .

(٣) - ليست كوكبة الجاثي
كوكبة ساطعة ، لكنها تحتوي
على ثلاثة أشكال طريفة ،
المجموعة الكروية م ١٣
والثنائيين رأس الجاثي وزيتا .

(٤) - ألفا الجاثي عملاق
أحمر (قدره ٣-٤) . أما
رفيقه فأخضر .

(٥) - زيتا الجاثي مزدوج ،
نجماه غير متساويين (قدر
أحدهما ٣.١ وقدره الثاني ٥.٦) .

(٦) - يظهر في الجوزاء

القرن ، لأنهما ما يزالان يقتربان الواحد من الآخر في اتجاه خط رؤية واحد .

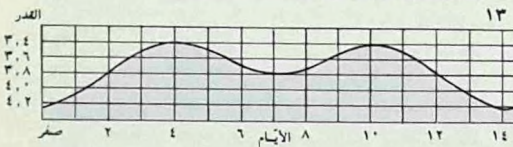
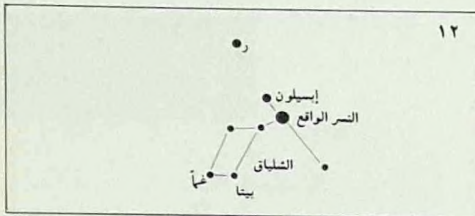
المزور ورفيقه الخوار في الدب الأكبر يشكّلان معا مزدوجا تسهل رؤيته . وكان في الواقع أول مزدوج اكتشفه المرقب . انه مؤلف ، كألفا الظلمان ، من نجمين مختلفين . قدر أحدهما ٢,٤ وقدر الثاني ٣,٨ .

لبعض المزدوجات ، كغمّا الحمل ، طيف

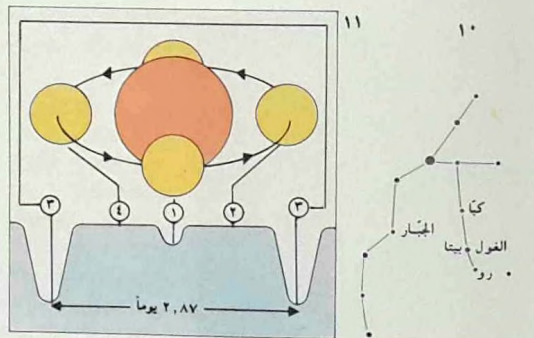
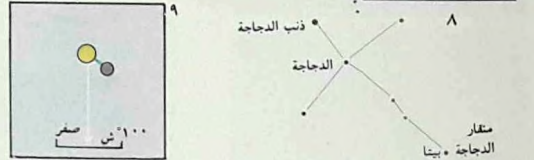
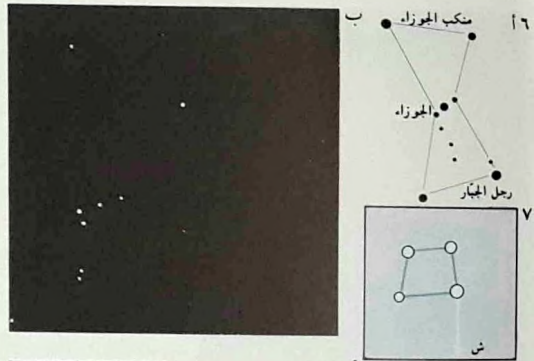
الأدنى من الضوء عندما يمر النجم الخافت أمام الساطع (٢) ويكسفه .

(١٣) - النجمان اللذان

(١٢) - يقع النسر الواقع ، وهو نجم أزرق ساطع يبعد عنا مسافة ٢٦ سنة ضوئية ، في كوكبة القيثارة الصغيرة . يفوق ضياء النسر الواقع ضياء الشمس خمسين ضعفاً . ويظهر مهيمنا على المنطقة بكاملها . بالقرب منه يقع النجم الرباعي ابيلون القيثارة ونجم نصف متغير أحمر هو ر القيثارة . يشكل النجم الثنائي بيتا القيثارة مع جاره غما



(١٧٣٨ - ١٨٢٢) في نظام ثنائي ، يدور الرفيقان حول مركز ثقلهما المشترك ، وتكون مدة الدوران ، لبعض الأزواج ، قصيرة - لا تتعدى في الحالات الدنيا ٢٠ دقيقة - بينما تكون لغيرها طويلة . يتألف غمّا العذراء ، على مقربة من السنبلة ، من نجمين متساويين كليا ، مدة دورانهما ١٨٠ سنة . زاوية انفصالهما هي اليوم دون ما كانت عليه في وقت سابق من هذا



المزدوجات المطيافية والمزدوجات ذوات الكسوف

إذا كانت المسافة بين الرقيقين قصيرة، يبدو المزدوج واحداً مع ذلك، يمكن بواسطة المطياف (١٤)، ملاحظة دوران الرقيقين حول محورهما المشترك منفصلين. النجم الأكثر سطوعاً في المزج هو نظام ثنائي مطيافي.

ذلك ان هناك ايضا انظمة مؤلفة من اكثر

واحد لكلا الفريقين. لكن ثمة مزدوجات تتميز بتباين ألوانها الجميلة. فلقلب العقرب، النجم الساطع الأحمر في العقرب، رفيق أخضر باهت، وهذه هي أيضاً حال العملاق الأحمر ألفا الجاثي (٤، ٣) لكن لعل خير مثال على ذلك بيتا الدجاجة (٩، ٨) او منقار الدجاجة المؤلف من رفيق رئيسي أصفر ذهبي ورفيق ثانوي أزرق مخضر.

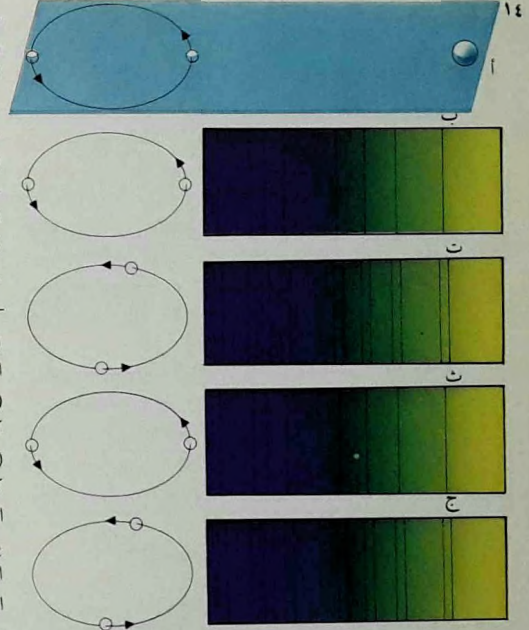


خطوطه باتجاه الأحمر. وتبدو الخطوط في الطيف الموحد مزدوجة (ت)، ثم يعود النجمان إلى التحرك عمودياً فتزدوج الخطوط (ث) من جديد وتغير حركتها. لكن بالاتجاه المعاكس (ج) يدل الأزواج الدوري للخطوط على أن النجم ثنائي.

(١٥) - يتألف زيتا ممسك الأجنة من عملاق أعظم أحمر (فتته ٩ وقطره ٢٩٠ مليون كلم) ومن نجم أبيض حار (فتته ب ٧ وقطره ٤ ملايين كلم) عندما ينكسف النجم الأبيض (أ) (كل ٩٧٢ يوماً)، يبقى مشعاً طيلة ٣ أسابيع من خلال طبقات العملاق الخارجية الرقيقة، محدثاً تغيرات طيفية مهمة.

لكن عندما يمر النجم الأبيض أمام العملاق الأعظم (ب) ويكسفه، لا يظهر نقص في الضوء ذو شأن.

(١٦) - يسيطر على شكل ممسك الأجنة (أ) العنقود الأصفر الساطع. يقع



(١٤) - يقوم تحليل الثنائي المطيافي على الافتراض أن النجمين متعادلان بالكتلة. وأنهما يدوران بالتالي في مدار دائري حول مركز ثقلهما المشترك (أ)، وأن الأرض الواقعة على بعد عدة سنوات ضوئية عنهما تكون في

على مزدوج فسيح ، كل من نجميه مزدوج بدوره . كذلك رأس أفلون في التوأمين ، الذي هو نظام سداسي ، يتألف من مزدوجين مطيافيين ورفيق دونهما ضياء هو أيضا مزدوج .

قد يحدث ، خلال دوران نجمين في نظام ثنائي ، ان يمر احدهما وراء الآخر جزئيا او كلياً . عندما يحصل ذلك ، يتضاءل الضوء المرئي من الأرض ، ويبدو النجم وكأنه « يغز غمرة » طويلة بطيئة ، فيكون عندئذ مكسوفاً . النجم النموذجي لهذه المزدوجات ذات الكسوف هو الغول (بيتا الجبار) (١٢ ، ١١) ، الذي يكسف مرة كل ٢,٨٧ يوما ويتدنى قدره من ٢,٢ الى ٣,٥ . يدوم قدره الأدنى ٢٠ دقيقة ، ويستغرق الخبو مع العودة الى الوضع السليم خمس ساعات .

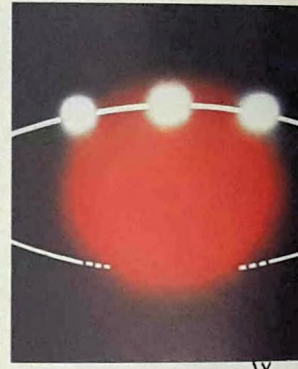
اهمية النجوم الثنائية

كان يُظن في ما مضى ان الانظمة الثنائية تنجم عن انشطار نجم واحد نتيجة لدوران سريع يفقده استقراره . اما اليوم فيرجح ان يكون الرفيقان في النجوم الثنائية قد تكونا كل على حدة . لكن في منطقة واحدة من الفضاء وفي وقت واحد .

تسهم النجوم الثنائية اسهاما مهما في معارفنا الفلكية . من الصعب قياس كتلة نجم بمفرده ، لكن مراقبة الحركات المدارية للرفيق تسهل على علماء الفلك من تقدير الكتلة المشتركة للأنظمة الثنائية . كذلك تتيح لهم الثنائيات مناسبات لتحصيل معلومات اضافية : فدراسة منحنيات ضوءها تمكن من تقدير قطر النجوم المؤلفة منها .

من نجمين . فالمزدوج ألفا الظلمان ، مثلا ، وهو اقرب جميع النجوم الساطعة الينا ، والمؤلف من نجمين غير متساويين (قدرهما ٠,٠٠ و ١,٠٧) وتدمم مدة دورانه المحوري ٨٠ سنة ، يرافقه عن كذب نجم بروكسيما الظلمان ، جاعلا منه نجما ثلاثيا . بروكسيما الظلمان هو اقرب نجم الى الارض ، لكنه دون ألفا الظلمان ضياء بكثير . اما ابيسلون القيثارة بالقرب من النسر الواقع ، فهو مثال

الثنائيان اللذان يعتريهما الكسوف . ابيسلون وزيتا ممسك الأعنة ، في الثلث الصغير القريب من العيوق . لكنهما ليسا نجمين متحدين اتحادا حقيقياً . بعكس الكثير من النجوم الثنائية ، تظل رؤيتهما بالعين المجردة ممكنة باستمرار (ب) . العضو الثالث من الثلث ، وهو ايتا ممسك الأعنة (قدره ٤) ، نجم مفيد للمقارنة .



(١٧) - الثنائيان القزمية المتعددة من نوع يو التوأمين هي ثنائيات متقاربة . يكون أحد نجميهما عضوا في السلسلة الرئيسية والثاني قرماً أبيض . يقذف النجم الأكبر (أ) نحو القزم الأبيض (ب) دفقا من المادة يخترق غلافه الغازي فيحدث بقعة (ت) تفوق النجمين ذاتهما ضياء . وتحدث تغيرات في هذا الدفق تقلبات سريعة في الضياء لا يمكن اكتشافها الا بالآلات الالكترونية . تحدث أيضاً في القزم الأبيض ثورات دورية .



النجوم النابضة

القرون الحديثة، ما انفك علماء الفلك قط عن البحث عن متغيرات جديدة ودراستها (٩، ٢) .

لدلتا قيفاوس (١٠) ، الواقع في اقاصي شمالي السماء ، قدر صغير يتأرجح بين ٣,٦ و ٤,٣ ، بحيث لا يظهر ابداً واضحاً تماماً . كما لا يبلغ درجة من الضعف تحول دون رؤيته بالعين المجردة . مدته - أي الوقت الذي ينقضي بين كل من حدوده العليا - ٥

النجوم النابضة متغيرات يتضاءل ضياؤها مع الوقت نتيجة لادوار من التمدد والتقلص تمر فيها . قد تكون هذه الادوار منتظمة أو غير منتظمة ، وهي تمتد على فترات تتراوح بين دقائق معدودة وقرون عديدة . منذ بدء

(٣) - يقارن هنا حجم الاعجوبة مع حجم الشمس . يربو حجمها كحجم جميع المعالقة الحمراء . على ١٦٠ مليون كلم ، ويتغير هذا الحجم عندما يتغير مردود الطاقة .

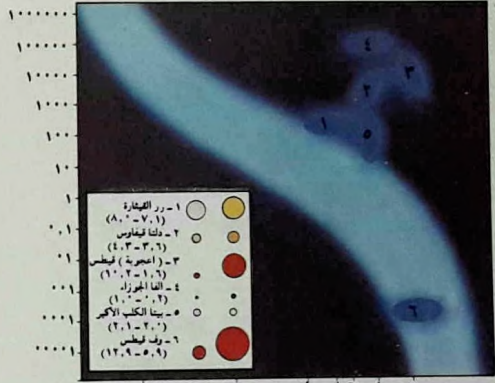
(٤) - تتميز القيفاوس المتغيرة بانتظامها . فدلنا قيفاوس لها مدة تبلغ ٥,٣ أيام (أ) . بالمقارنة معها ، تبلغ مدة القيفاوسة المتغيرة الجنوبية كبا الطاوس ٩,١ أيام (ب) . ليست اشكال منحنى النجمين واحدة . من القيفاوس المشهورة أيضاً زيتا التوأمن (١٠,٢ أيام) وايتا النسر (٧,١٧ أيام) .

(٥) - لنجوم زر القيثارة ، التي كانت تدعى في ماضي المجموعات القيفاوسية ، مدد أقصر من مدد القيفاوسات العادية ، لكن لجيمعها تقريباً ضياء واحداً .

(٦) - ايتا التوأمن نجم متغير نصف منتظم ، مدى قدره قصير ومدته غير ثابتة ، وتقلبات ضيائه طفيفة .

(١١) - يعطسي رسم هرتسبرونغ - رسل البياني ضياء النجم (أو قدره المطلق) بالنسبة الى نوع طيفه . تظهر هنا الانواع الرئيسية للنجوم النابضة ، زر القيثارة (١) ، القيفاوسات (٢) ، النجوم من طراز الاعجوبة الطويلة المدة (٣) ، المتغيرات الحمراء (٤) ، المتغيرات من طراز بيتا الكلب الأكبر (٥) ، النجوم المتوهجة (٦) . يعطسي المربع الداخلي تغيرات قدر الاعضاء الرئيسية لكل نوع من الحد الأدنى الى الحد الأقصى . القيفاوسات تمثل مرحلة طفيفة بدائية من المعتقد ان نجومها عديدة تمر فيها .

(٢) - هذا هو المرقب الكاسر الذي كان أولاً في البيرو ، وهو اليوم في جنوبي افريقيا ، وقد استعمل للحصول على صور فوتوغرافية لقيمة ماجلان الصغرى التي مكنت هنريتا ليفيت (١٨٦٨ - ١٩٢١) من اقامة العلاقة بين مدة القيفاوسات وضيائها .



ومدته ٩ أيام وساعتان و ٢٤ دقيقة . وحديثاً اكتشفت ، بفضل التقنيات المعاصرة ، عدة متغيرات أخرى من هذا النوع ، يبلغ عددها المعروف اليوم آلافاً عديدة وصنفت تحت اسم القيفاوسات .

العلاقة بين المدة والضياء

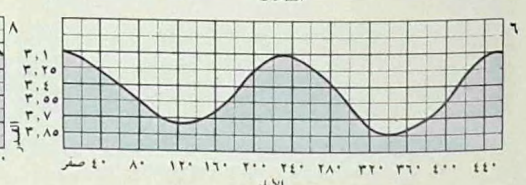
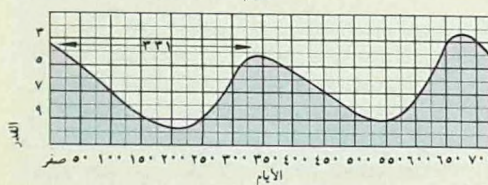
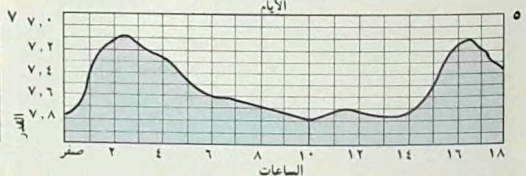
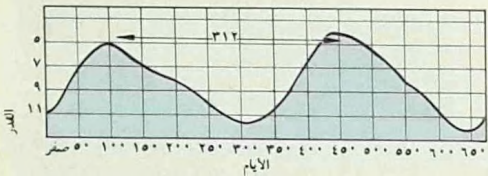
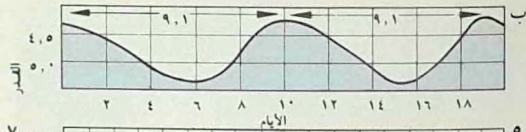
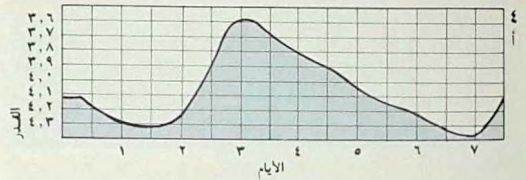
القيفاوسات نجوم عملاقة فائقة التآلق ، أصبحت غير مستقرة لأنها بلغت درجة

أيام و ٦ ساعات و ٤٥ دقيقة ، وهو في غاية الانتظام ، بحيث يمكن التنبؤ دوماً بدرجة ضيائه في أية لحظة كانت . بعد اكتشافه ، عثر الفلكيون على نجوم أخرى من نوعه ، منها أيتا النسر في كوكبة النسر ، ومدته ٧ أيام و ٧ ساعات و ٤١ دقيقة ، وزيتا التوأمين في كوكبة التوأمين ، ومدته ١٠ أيام و ٤ ساعات و ٤٨ دقيقة ، وكبأ الطاووس (٤ ب) في كوكبة الطاووس الجنوبية .

٣

(٧) - منحنى ضوء ر الأسد نموذج للتغيرات الطويلة المدة من فئة الأعجوبة . فهو ، كجميع نجوم هذه الفئة ، تعترض كلاً من مدته وقدره تقلبات ، عند ما يكون في أقصى ضيائه ، يُرى بالعين المجردة .

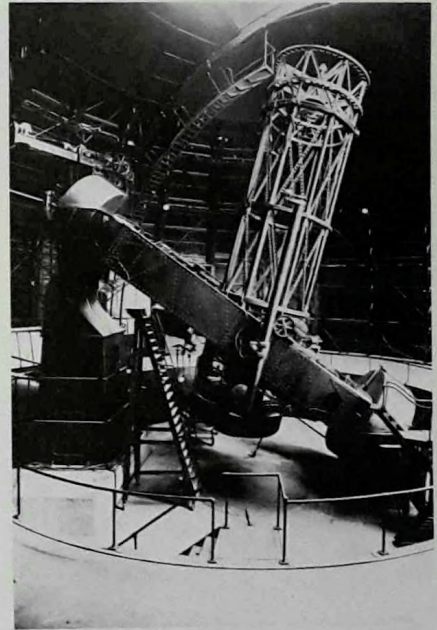
(٨) - أعجوبة قيطس متغيرة طويلة المدة ، ترى بالعين المجردة ، ومعدل مدتها ٣٣١ يوماً يتأرجح قدرها بين ١٧ و ٤ في أقصاه ، وينخفض إلى ١٠ في أدناه .



متقدمة من التطور، مع ذلك، فهي تختلف كل الاختلاف عن النجوم المتفجرة، التي لا يمكن التنبؤ بتصرفها. غير أن للقيفاوس أهمية بالغة لسبب رئيسي واحد: فمدد تغيرات ضيائها تمكن من معرفة درجة ضيائها الحقيقي وبالتالي مسافاتنا.

هذا ما أكتشفته عام ١٩١٢ هنريتا ليفيت، خلال دراستها لبعض الصور الفوتوغرافية للنظام الخارجي المعروف بأسم غيمة ماجلان،

الصغرى (٢، ١٣). فالغيمة تحتوي على قيفاوسات، وقد وجدت ليفيت أن النجوم الأطول مدة تبدو أكثر سطوعاً من التي مدتها أقصر. لأسباب عملية، يمكن اعتبار جميع نجوم الغيمة على بعد واحد من الأرض، كما أن رجلين في مدينة القاهرة، أحدهما واقف في الجيزة والثاني في ميدان التحرير، هما على بعد واحد من لندن أو من باريس. ينجم عن ذلك أن أكثر القيفاوسات سطوعاً



(٩) - يظهر هنا مرقب هوكر العاكس (قطره ٢٥٤ سم) في جبل ويلسن بالولايات المتحدة. وقد تم صنعه عام ١٩١٨. طول لدة ٣٠ سنة أقوى مرقب في العالم. استعمله هبل لدراسة التغيرات القصيرة المدة في المجرات الخارجية، ولم يكن في العشرينات لأية آلة أخرى القوة الكافية للسماح ببحوث من هذا النوع. ما يزال يعمل حتى اليوم. سنده من الطراز الانجليزي. فلا يمكن تصويبه نحو القطب السماوي. تزوده بالقوة المحركة أثقال ساقطة.

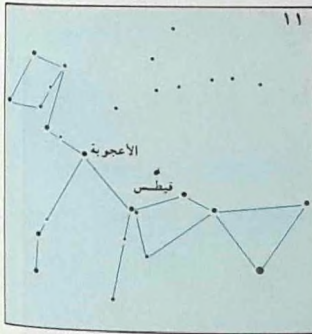
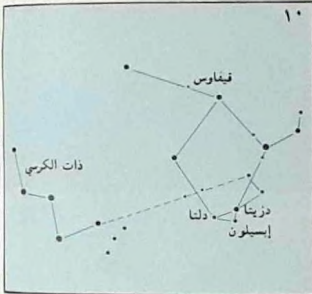
(١٠) - يقع دلتا قيفاوس في أقصى شمالي السماء وبشكل مثلثاً مع إبسيلون وزيتا قيفاوس. تقيباته واضحة.

(١١) - تقع أعجوبة قطس في منطقة قاحلة من السماء، وهكذا يسهل تحديد موقعها عندما تكون في أقصى ضيائها. لكنها لا ترى بالعين المجردة، إلا لمدة أسابيع قليلة خلال السنة.

(١٢) - في محاولات للمثور على متغيرات قصيرة المدة في المجرات الخارجية، ركز هبل على لولبة المرأة المسلسلة التي لم يكن معروفاً آنذاك أنها وراء مجرتنا، إذ أنها لسطوعها الشديد كانت تبدو قريبة نسبياً. بالمقاييس الكونية، لم ينجح هبل في العثور فيها على متغيرات من طراز رر القيثارة، لكنه تمكن من العثور على قيفاوسات. بعد أن قاس مددها، أصبح بوسعه أن يستخدم العلاقة بين المدة والجلء ليبين أن القيفاوسات - وبالتالي اللولبة ذاتها - لا بد أن تكون وراء مجرتنا. أخطأ في تقديره للمسافة حاسباً

اياها ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية، بينما هي بالحقيقة ٢,٢ مليون سنة ضوئية.

(١٣) - تقع غيمة ماجلان الصغرى في السماء الجنوبية، ولا ترى من المراصد الشمالية الكبيرة. بيّنت صور



هي بحق أكثرها ضياءً ، وأنه من الممكن معرفة مسافة النجم . بعد التأكد من قوة ضيائه الحقيقي ودرجة سطوعه الظاهر .

في ما وراء المجرة

في عام ١٩٢٢ ، عثر ادوين هبل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) ، من مرصد جبل ويلسن ، على قيفاوسات في بعض « السدم النجمية » ، التي كانت م ٣١ في المرأة المسلسلة في

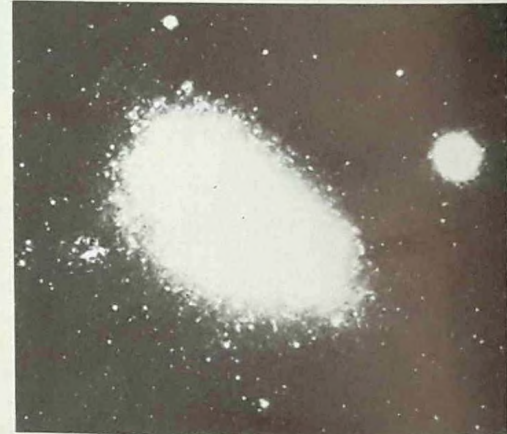
مقدمتها ، وما كاد يقيس مددها حتى تمكن من معرفة مسافاتهما ، فأتضح له أن القيفاوسات - وبالتالي المجرات اللولبية ذاتها - تقع بعيداً وراء حدود مجرتنا . لولا اكتشاف هبل لهذه القيفاوسات ، لكان الحصول على البرهان على ذلك في غاية الصعوبة . صحيح أن تقديراته الأولى وُجدت دون الواقع بكثير ، لكن خطأه في سلم القيفاوسات قد صحح عام ١٩٥٢ بفضل أعمال والتر باد ه (١٨٩٣ - ١٩٦٠) . كان هبل يعتقد أن لولبة المرأة المسلسلة تبعد عن الأرض مسافة ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية ، في حين أن المسافة الحقيقية هي أكثر من مليوني سنة ضوئية (١٢) .

نجوم طويلة المدة

القيفاوسات ومتغيرات رر القيثارة (٥) نجوم نابضة تتمدد وتقلص بالتناوب . ثمة أيضاً نجوم تنبض بمدد أطول بكثير تتراوح بين بضعة أسابيع وستة أو أكثر ، تدعى المتغيرات الطويلة المدة ، وكثيراً ما تسمى النجوم الاعجوبة نسبة الى (ميرا) الاعجوبة (٨ ، ١١ ، ٣) « النجم الرائع » في قيطس (الحوت) .

جميع النجوم من هذا النوع عمالقة حمراء جماًلاً ، حجمها هائل وضياؤها فائق ، استنفدت « وقودها » من الهيدروجين وأصبحت غير مستقرة .

هناك أيضاً متغيرات نصف منتظمة ، كمنكب الجوزاء في كوكبة الجوزاء ، لها ساعات صغيرة ومدد غاية في عدم الانتظام . أكثرها ، ان لم نقل جميعها ، عمالقة حمراء ، وهي أيضاً تتمدد وتقلص مما يؤدي الى تغيير مردودها من الطاقة .

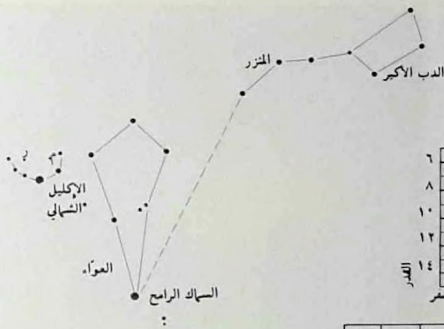


فوتوغرافية التقطت في البيرو هذه الغيمة تحتوي على قيفاوسات . قبل الحرب العالمية الأولى ان

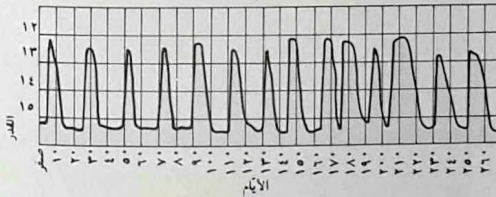
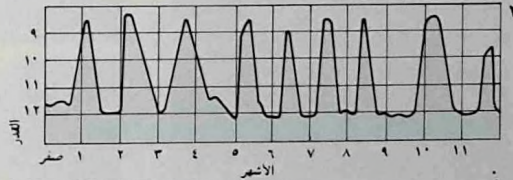
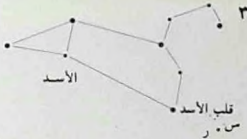
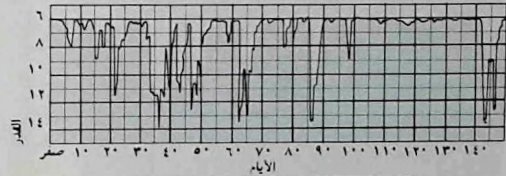
النجوم غير المنتظمة

المنقضي بين قدر نجم في اقصاه وقدره في أدناه : اما النجوم التي هي من فئة الاكليل (١) . فتبقى في اقصى قدرها عادة . ثم تهبط فجأة الى قدرها الأدنى هبوطا لم يكن بالحسبان : النجوم من فئة يو التوأمين (٢ ، ٢) . اي « المتجددات القزمة » . تبقى عادة في ادناها . لكنها ترتفع فجأة الى اقصاها قبل ان تذوي من جديد : نجوم رف الثور (٤ ، ٦) عمالقة من فئات ج - ك . لها

ليست جميع النجوم المتغيرة منتظمة . وقد صُنِفَت المتغَيِّرات غير المنتظمة العديدة كما صُنِفَت النجوم النابضة المنتظمة . ضمن فئات معينة . فللنجوم نصف المنتظمة من فئة منكب الجوزاء مدد تقريبية (المدة هي الوقت



(١) - يقع ر الاكليل في تجويف الاكليل الشمالي على مقربة من السماك الرامح . يكون عادة من القدر السادس بحيث يُرى بوضوح بالنظار (٢) - يقع س س الدجاجة على مقربة من ذنب الدجاجة الساطع الذي تحدث فيه ثورات (تنقله من القدر ١٢ بمعدل الى القدر ٨.٢٥) بمعدل



ثوران واحد كل ستة اسابيع . ولكن ليس على قاعدة مطردة . س س الدجاجة أكثر المتغَيِّرات سطوعا في فئة يو التوأمين المتغَيِّرة .



العادي . يُرى معه نجم (م) البالغ قدره ٦.٦ والذي هو من أكثر النجوم نفعا للمقارنة . ينحدر الاكليل . في بعض أقداره الدنيا . الى القدر الخامس عشر . ولا يمكن ان يُرى عندئذ الا بالمرآب الضخمة .

(٢) - إكس الاسد . بالقرب من ر الاسد الطويل المدة . هو احد النجوم من فئة يو التوأمين . يكون عادة في القدر ١٥ . لكن ضياه يرتفع الى القدر ١٢ كل ٢٢ يوما تقريبا .

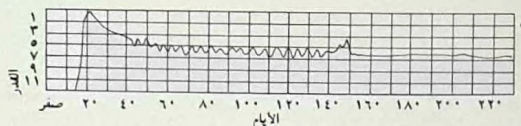
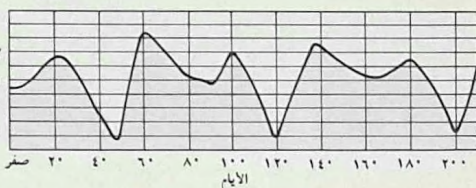
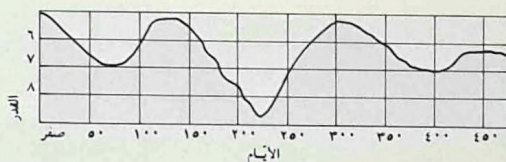
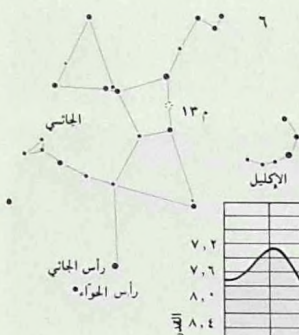
(٤) - أسطع متغَيِّرات رف الثور هو ر الترس في كوكبة الترس الصغيرة بالقرب من ذنب النسر . يسهل العثور عليه . لأنه احد النجوم الاربعة التي تشكل رباعيا . وهو ليس بعيدا عن المنقود المتفتح الجميل م ١١ الذي يَكُنَى بالبطة الوحشية . يبين منحناه الضوئي تقلبات ضيائه مع الزمن . لكن ذلك لا يمثل الا معدلا . لأن جميع نجوم

١٩٤٦ : المتجددات العادية (١٠ . ٥) . ثور
مرة واحدة ثم تعود الى ظلمتها السابقة . اما
نجم ايتا الجوجو الفائق الضياء (١١) .
فيصنف كمتجدد كاذب .

المتغيرات نصف المنتظمة والمتغيرات غير المنتظمة

اكثر النجوم نصف المنتظمة عملاقة
حمراء . وهي تعتبر غير ثابتة . لأنها تتمدد

حدود دنيا ترتفع وتنخفض على التوالي
تتخللها فترات من عدم الانتظام التام : النجوم
المتوقدة (١٢) . كالعلاق يوف قيطس من
فئة م تطراً على قدرها زيادات فجائية تدوم
دقائق معدودة ولا تستمر في حدها الاعلى الا
مدة قصيرة . بحيث تسهل مراقبة تغيراتها :
المتجددات الدورية تتعرض لثورانات عنيفة
مفاجئة خلال فترات تدوم سنوات عديدة .
كما جرى مع ت الاكليل عام ١٨٦٦ ثم عام



المنظار العادي حيث يبدو
بلون مائل الى الحمرة .

(٥) - اصبح متجدد
فراوس ساطعا جدا عام
١٩٠١ . لكنه خفت بسرعة .
كان السديم المحيط به مضيئا
بحيث كان يخال للناظر انه
غيمة تتمدد وهو اليوم نجم باهت .

(٦) - جميع نجوم ر ف
الThor ساطعة الضياء . وهي
اكثر المتغيرات المعروفة



ر ف الثور غريبة الاطوار في
تصرفاتها . يتأرجح ر الترس
بين القدرين ٥ و ٨.٦ .
وعندما يبلغ اقصاه . يصبح في
مجال رؤية العين المجردة .
بينما هو دائما في مدى رؤية

ضخامة . وتبلغ ضخامة بعضها
٢٥ ضعفا على الاقل ضخامة
الشمس . لواء الحظ . كلها
بعيدة . وقليل منها يرى
بالمنظار العادي . احيانا

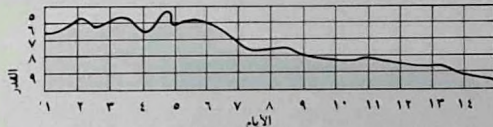
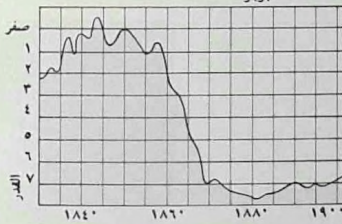
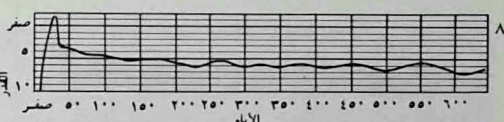
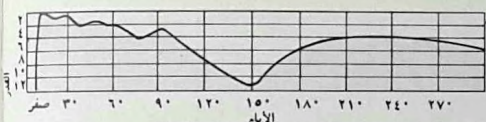
(٧) - يحتوي ه ذات
الكروني على المتغير غما غير
المنتظم . يظن ايضا ان نجم
ألفا ذات الكروني اي الصدر
يتغير قليلا .

نصف المنتظمة التي لا تُرى الا بالمرقب .
فشاعة ايضا ، غير ان تغيرات اقدارها ليست
ذات بال .

نجوم من فئة ر الاكليل ومن فئة يو التوأمين

ر الاكليل الشمالي (١) نموذج لطائفة
من النجوم يُعرف منها اقل من ٥٠ عضوا .
تبقى نجوم هذه الطائفة في أعلى قدر لها اكثر

وتتقلص . منكب الجوزاء في كوكبة الجوزاء
نجم من هذا النوع . فهو ، في بعض الاحيان ،
يكاد يعادل رجل الجبار ضياء . يقرب
متوسط قدره (٠,٨٥) من قدر الذبران . اما
المدة بين ادنى قدر له واقصى قدر ، فتتراوح
بين خمس سنوات وست . لكنه كثيرا ما يشد
عن هذه القاعدة بصورة بارزة . هناك نصف
منتظم آخر ، هو رأس الجاثي او ألفا الجاثي
الذي يُرى بسهولة بالعين المجردة . اما النجوم



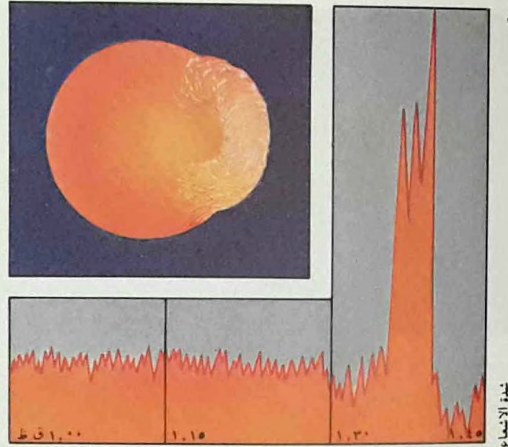
نوفمبر
عام ١٩١٨ .
احاطت به
غيمة سديمية .
راحت تتعدد
باستمرار ثم
اصبحت
باهتة واخيرا



(٨) - ظهر متجدد النسر
عام ١٩١٨ بشكل مفاجيء
للفاية . وقد بلغ قدره عند
اقصى حد له في ٩ يونيو ١٩٤٠
اي قدر الشعري اليمانية . ثم
خفت بسرعة ، لكنه ظل يُرى
بالعين المجردة حتى شهر

(٩) - تعدى المتجدد دك
الجاثي (١٩٣٤) القدر الثاني
وكان خارقا للعادة . اذ انه عاد
الى توهجه لفترة قصيرة . بعد
ان كان قد تراجع عن حذو

الوقت . لكنها تهبط فجأة وبصورة غير منتظرة الى ادناه . تنقتر الى الهيدروجين . لكنها غنية بالكربون . وقد قيل ان قدرها الأدنى متأّت عن تراكم جسيمات الكربون في جَوْها الخارجي تراكما يحول لمدة من الزمن دون خروج الاشعاع الصادر عن النجم الى الخارج . عندما يبلغ ر الاكليل حدّه الاقصى يصبح في مجال الرؤية بالعين المجردة . تبقى نجوم يو التوأمين و س س



(١٠) - كان نجم هرر الدلفين ابطاً متجدد حقيقي تمت مراقبته (١٩٦٧) . دام حده الاقصى ستة اشهر مع تقلبات واضحة . وكان خفوته تدريجياً . ما تزال رؤيته ممكنة بمقرّب صغير .

(١٢) - النجوم المتوهجة على شاكلة يو ف قيطس شبيهة بالاقزام . وهي وحدها من بين النجوم المتغيرة يتقلب ضياؤها بسرعة يصعب معها من الممكن مراقبتها عندما تتوهج لبضع دقائق .

(١١) - في صالِب قاعدة السفينة . بالقرب من الصليب الجنوبي وبيتا الجوّؤ ذي القدم . يقع ايتا الجوّؤ . انه اكثر المتغيرات شذوذاً . بلغ اقصى درجة من سطوعه في اربعينات القرن التاسع عشر .

الدجاجة عادة في ادنى قدر لها . لكنها تتعرّض احيانا لثورانات دورية . يبلغ معدل الفترة بين ثوران وآخر لنجوم س س الدجاجة (٢) حوالي ٦ اسابيع .

المتجدّدات الطبيعية والمتجدّدات المتواترة ليس المتجدّد نجماً جديداً . بل هو نجم يكون مظلماً تقريباً وفجأة يضيء . بعض المتجدّدات بلغت تألقاً شديداً في ضيائها . فكلّ من متجدّد فرساوس مثلاً (١٩٠١) (٧) ومتجدّد النسر (١٩١٨) (٥) تعدّى . عند حدّه الاقصى . القدر الاول . بعد ان يبلغ المتجدّد ذروته من التألق . يخفت من جديد ويعود الى ضيائه الاساسي السابق الضعيف . وقد يستغرق ذلك عدة سنوات . يعتقد انه عندما يحدث الثوران لدى متجدّد . لا تتأثر به سوى طبقات النجم الخارجية . بينما عندما ينفجر عملاق اعظم . يتحطم النجم كلياً . اكثر المتجدّدات - ولعلّ جميعها - ثنائيات مطيافية .

اكتشف احد الهواة الانكليز . هو جورج الكوك . عام ١٩٦٧ . هرر الدلفين (١٠) . وهو احد المتجدّدات الاكثر اثارة للاهتمام في الأزمنة الحديثة . لم يتعدّ ضياؤه القدر ٣.٦ . لكنه كان بطيء الذبول . وظل يُرى بالعين المجردة لمدة سنة كاملة . في عام ١٩٧٥ . انحدر الى ما دون القدر ١١ . لكن من الأرجح انه لن يستطيع التدني اكثر من ذلك . هو من المتجدّدات القليلة التي كان يعرف قبل ثورانها انها من القدر ١٢ . بما انه يبعد عنا مسافة ٣٠.٠٠٠ سنة ضوئية . فما نشاهد فيه الآن ما هو سوى نتائج انفجار حدث فيه قبل ٣٠.٠٠٠ سنة .

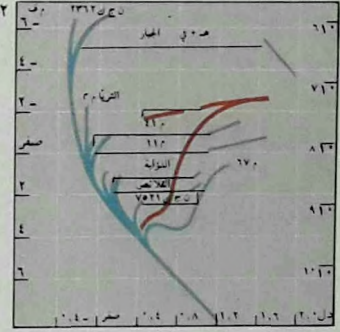
العناقيد النجمية

الشمس يبلغ طول شعاعها عشر سنوات ضوئية لا توجد نجوم كثيرة . غير ان في بعض انحاء المجرة . مجموعات من النجوم تشكّل عناقيد متراسة . خير مثال معروف عليها عنقود الثريا او الأخوات السبع (٤) في الثور . كثير غيرها يُرى بسهولة بالعين المجردة .

العناقيد المفتوحة

هذه المجموعات المتراسة على نوعين

نعيش في جزء من المجرة تكاد تكون فيه كثافة توزيع النجوم في الفضاء كثافة متوسطة . فأقرب الجيران لنا . وهو بروكسيما الظلمان . يبعد عنا مسافة تربو على اربع سنوات ضوئية . وفي دائرة حول



- (١) - الرسم البياني الظاهر هنا يعطى قدر العناقيد المفتوحة المطلق بالمقارنة مع دليل ألوانها . يبين السلم الأيمن عمر العناقيد بالسنين .
- (٢) - تُرى القلائص حول الدبران (وهو ليس عضواً في العناقيد) بسهولة بالعين المجردة . تمتد المجموعة بشكل ٧ بعيداً عن الدبران . يمكن تمييز كل من هذه النجوم على حدة . ويُرى أحدها وهو المزدوج ثيتا الثور بالعين المجردة . نجوم القلائص متفرقة الى حد انها لا تشكّل مجموعة متراسة تلفت النظر كمجموعة الثريا . يمكن الحصول على أحسن رؤية لها
- بواسطة منظار عادي او مرقب ضعيف التكبير واسع المجال .
- (٣) - النثرة في السرطان مثال لعنقود مفتوح يُرى بالعين المجردة . يبلغ بعده عنا ٥٢٥ سنة ضوئية . وقد عرف من زمن بعيد . وهو ليس مجموعة متراسة بكثافة . ويقع بعيداً عن المستوي المجري .
- (٤) - يقع عنقود الثريا على مسافة ٤١٠ سنوات ضوئية . سبعة من نجومه على الأقل تُرى بالعين المجردة . ويبلغ عدد النجوم الكامل فيه حوالى ٥٠٠ نجم . ونجومه الرئيسية حارة وبيضاء .

نجد أكثر النجوم سطوعا حارة وبيضاء . كما نجد فيه سديم كبير من سدم الانعكاس . مما يدل على وجود كمية وفيرة منه من مادة ما بين النجوم .

اما العنقود الثاني في الثور . وهو عنقود القلائص (حول الذبران) (٢) فلا تبلغ النجوم فيه هذا الحد من الكثافة . ولا تبت نجومه الرئيسية هذا القدر من الطاقة . كما ان كمية مادة ما بين النجوم فيه دون هذا الحد ايضا .

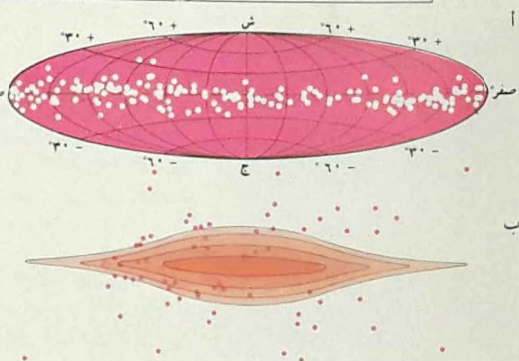
أساسيين : عناقيد متفتحة وعناقيد كروية . تكثر العناقيد المتفتحة في أذرع مجرتنا . وهي غير منتظمة الشكل . قد تكون غنية بالنجوم نحوي الآلاف منها . او فقيرة لا تحوي سوى دزينة او دزيتين . المجموعات التي نحن بصدها هنا هي غير المجموعات الوهمية الناجمة عن تأثير خط الرؤية . هناك فوارق كبيرة بين مختلف أنواع العناقيد المتفتحة . ففي عنقود الثريا . مثلا .



مستوي المجرة الرئيسي . مع ان هناك بعض العناقيد الشاذة القليلة الواقعة بعيدا عنه . والعنقود القديم م ٦٧ خير مثال على ذلك . تشكل العناقيد المتفتحة اذن جزءا من جسم المجرة الدائر حول نواتها . اما العناقيد الكروية (ب) المولدة من نجوم الغمة السكانية ٢ . فهي موزعة في حالة المجرة . أشير الى وضع الشمس بالدائرة الصغيرة .

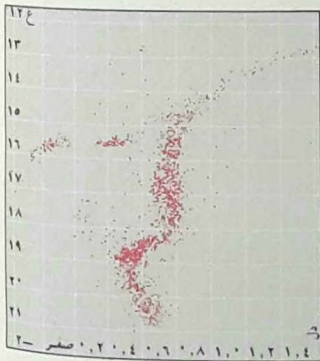
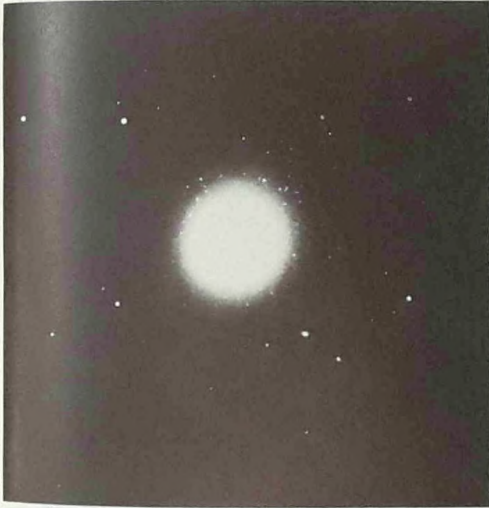
(٥) - صُف درابر العنقودين التوأمين في فرساوس سفر في جدول . يقع كل منهما على مسافة ٧٥ سنة ضوئية من الآخر ويحتوي على حوالي ٣٥٠ نجما .

(٦) - النماذج الرئيسية للعناقيد النجمية توجد في مجرتنا وحولها . تتألف العناقيد المتفتحة (أ) من الفئة السكانية ١ . وتقع بالقرب من



ليست العناقيد المتفتحة تجمعات ثابتة .
فهي لا بد ان تتشتت مع الزمن بفعل قوة
جذب نجوم اخرى في مجرتنا . لقد قُدِّر ان
مدى حياة أكثرها لا يتعدى ١٠٠٠ مليون
سنة ، وانها تتشتت بعد ذلك فاقدة شخصيتها
المتميّزة . من أقدم العناقيد المتفتحة المعروفة
عنقود م ٦٧ في السرطان الذي يُرى بسهولة
بالمنظار العادي بالقرب من ألفا السرطان .
يُظَنّ ان عمره يربو على ٤٠٠٠ مليون سنة .

من العناقيد المتفتحة ايضا التي تُرى
بالعين المجردة النخروب (٢) في السرطان ،
والعنقود الجنوبي الجميل حول كَبَا نُعَيْم
والمعروف بإسم « صندوق الجواهر » لاحتوائه
على بعض النجوم المتنوعة الألوان . وفي
فرساوس ، على مقربة من هـ ذات الكرسي ،
يقع مقبض السيف المؤلف (٥) من عنقودين
غنيين من الممكن مراقبتهما في مجال مرقب
واحد .



٨ م ٣ في عنقود السلوقيين مسافة
٤٨٥٠٠ سنة ضوئية عنا . في
هذا الرسم البياني الملون يظهر
القدر الظاهر بالنسبة الى
دليل اللون . استعملت
متغيرات رر القيثارة لقياس
مسافة العنقود .

(١٠) - يحتوي العنقود
الكروي م ٣ في السلوقيين في
داخل دائرة قطرها ٨° حول

(٨) - توجد في مجرات
أخرى عنقود كروية كما
توجد في مجرتنا . فمنها مثلا
عدد كبير في لولبة المرأة
السلسلة . ترى في هذه الصورة
الجزء الاهليجية العملاقة
٨٧ التي اكتشف حولها ما
يقرب من ١٠٠ عنقود تظهر
كنقط صغيرة في الصورة .
(٩) - يبعد العنقود الكروي

(٧) - م ١٢ في الجاني
اجمل عنقود في السماء
الشمالية . ويقع بين ايتا
وزيتا الجاني . يبعد عن
الأرض مسافة ٢٦٧٠٠ سنة
ضوئية . مما يشير الدهشة انه
فقير بالتغيرات من فئة رر
القيثارة . وقد عثر فيه على
اقل من ٢٠ متغيرا منها
بمقابل اكثر من ١٠٠ في
العناقيد الأخرى .

العناقيد الكروية

العناقيد الكروية هي ، بدون استثناء ، من نوع مختلف عن العناقيد المفتحة . ولا نعرف منها أكثر من ١٢٠ مجموعة في مجرتنا . تتميز أولا بأنها متماثلة ، وإن واحدها قد تحتوي على مئات الآلاف من النجوم ؛ كذلك تبدو ، كما تُرى من الأرض ، متراسة حول مراكزها ، بحيث يصعب التمييز بين نجومها .



المركز على أكثر من ٤٤.٠٠٠ نجم من القدر ٢٢,٥ أو قدر أكثر ضياء .

(١١) - اكتُشف العنقود الكروي م ٥ في الثمان عام ١٧٠٢ ويَـزى بالمرب مضيئا . وهو غنى فوق العادة بمتغيرات من فئة RR القيثارة التي اكتُشِف أكثر من ١٠٠ متغير منها في داخله .



ليس توزيع العناقيد الكروية في أرجاء السماء منتظما . فهي تحيط بالمركز المجري ، بحيث أنها لا تُرى من الأرض إلا باتجاه هذا المركز . قيست أبعادها استنادا الى المتغيرات من فئة RR القيثارة الموجودة فيها . إذ كان من السهل حساب مسافات نجوم فئة RR القيثارة ، نظرا لتشابه درجات ضيائها ومددها ، فأصبح من الممكن قياس مسافات العناقيد ذاتها التي تحتويها قياسا دقيقا (٦) .

أكثر العناقيد الكروية ضياء هي مجموعة أوميغا الظلمان ومجموعة الـ ٤٧ طوقانا ، وهما مجموعتان واقعتان في السماء الجنوبية على بعد يجعل من غير الممكن رؤيتهما من أوروبا ومن أكثر أنحاء أمريكا الشمالية . العنقودان يُـرَيان بسهولة بالعين المجردة . ولعنقود أوميغا الظلمان بنوع خاص منظر رائع من خلال المقرّب ، ويمكن تمييز نجومه حتى في المركز . أما في الشمال ، فخير مثال على هذا النوع من العناقيد ، فهو م ١٢ في الجاثي (٧) ، وهو يقع على مسافة ٢٦,٧٠٠ سنة ضوئية ، ويبلغ قطره حوالي ١٠٠ سنة ضوئية ، ورؤيته ممكنة بالعين المجردة . لكنها تصبح اشد وضوحا بالمنظار العادي .

العناقيد المتحركة

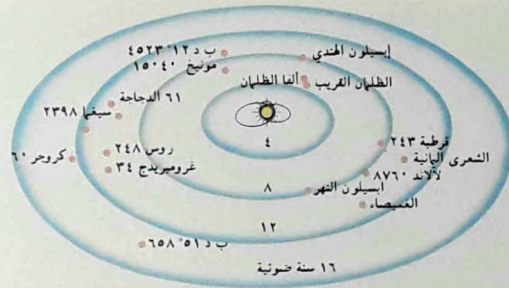
بالإضافة الى العناقيد المفتحة والعناقيد الكروية ، هناك ما يسمّى بالعناقيد المتحركة ، وهي مجموعات تفصل بين نجومها مسافات شاسعة ، لكنها تتحرك جميعها باتجاه واحد وبسرعة واحدة . انها « اتحادات نجمية » حارة وساطعة ، يعرف منها الآن ما يقارب المائة . يتركز احد العناقيد من هذا النوع حول سديم الجوزاء .

مجرتنا

مع تلك الاجرام . مضيئة او خافتة فوق العادة .

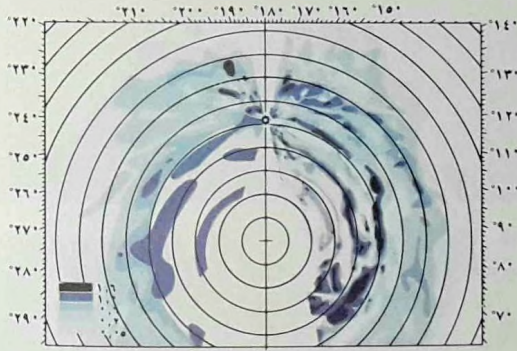
لا شك في ان الشمس أقدم من الارض . ولا يمكن أن يقل عمرها عن ٥٠٠٠ مليون سنة . ومن المفترض ان تكون المجرة أقدم من ذلك بكثير . مع اننا لا نعرف شيئاً واضحاً عن تاريخها الباكر . المجرة نظام مسطح (١) . لكن عندما ننظر اليها في اتجاه مستوياتها الرئيسية . نرى العديد من

النظام الشمسي الدائر حول مركزه الشمسي هو جزء صغير جداً من نظام نجمي محلي مؤلف من حوالي ١٠٠٠٠٠ مليون شمس . يدعى المجرة او درب التبانة وأصلاً درب اللبانة والدرب اللبني . وليست الشمس . بالمقابلة



٢

١١



٤



٣

نظرتنا اليها من احدى الزوايا (٢) - تَكُونُ النجوم التي لا تبعد أكثر من ١٠ سنوات ضوئية عن الشمس منطقة صغيرة فقط من درب التبانة . يشير الاهليلجان اللذان حول الشمس الى المسافات القصوى . النجوم القريبة هي اقزام من النوع الأحمر الخافت . ولكن هناك ايضاً بعض الاقزام البيضاء (كرفيق الشعري البياض) . النجوم الوحيدة الأكثر اضاءة من الشمس هي الشعري البياض والشعري الشامية وألفا الظلماني .

نظرتنا اليها من احدى الزوايا (ب) . يبقى شكلها العام لكن تظهر فيها الاذرع اللولبية . المجرة لولب ضعيف التماسك . تظهر فيه الاذرع بشكل واضح .

(١) - يظهر شكل مجرتنا مختلفاً . اذا نظرنا اليها من وجهات نظر مختلفة متباعدة في الفضاء . فاذا نظرنا اليها من جنبها (أ) . نرى شكلها مسطحاً مع نواة بارزة (تدل ش على موقع الشمس) : واذا

وصف المجرة وأفضلهم بطليموس
الاسكندري . حوالي ١٥٠ ق م . وهو آخر
كبار علماء الفلك والرياضيين الكلاسيكيين .
حتى غاليليو .

ليس بإمكاننا مطلقاً رؤية مركز مجرتنا .
لأن المادة المنبثّة ما بين النجوم تحجبه عنا .
لكن معلوماتنا الحاضرة عنه مشتقة من علم
الفلك الاشعاعي الذي يسمح لنا بتحديد
موقعه . فهو واقع وراء الغيوم الرائعة من

النجوم في خط رؤية واحد تقريباً . لذلك
تظهر لنا نجومها متراصة كأنها متماسة تقريباً
(٧، ٦، ٥) .

الارصاد الأولى

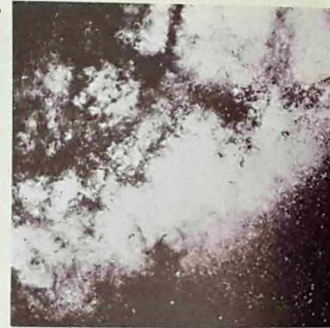
لمجرة درب التبانة منظر مشع مهيب في
صفاء السماء الليلية . لا يتمتع به سكان
المدن لسوء الحظ . لأن بريق أضواء الشوارع
الكبرى يطمس ويمضه الرقيق . من أوائل من

(٦) - تم تصوير حقول
النجوم هذه . الواقعة في درب
اللبانة . في مرصد البحرية
في فلاغستاف بأريزونا .
يظهر مسار السبالون
الاصطناعي ايكو ١ . وهو
يقطع مجال النظر أثناء
التصوير .



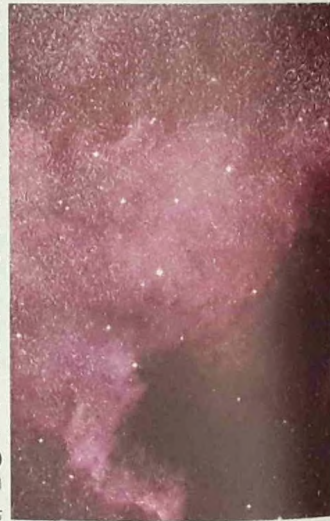
(٧) - أعطي هذا السديم
بصورة غير رسمية اسم « سديم
أمريكا الشمالية » بسبب شبهه
لتلك القارة . يقع في برج
الدجاجة . ويبعد عن الأرض
١٠٠٠ سنة ضوئية . التقطت
هذه الصورة الفوتوغرافية
بواسطة مرقب شميت (١٢٢
سم) في بالومار . يتصل هذا
السديم بالبرج العملاق الضخم
ذنب الدجاجة الفائق الضياء .
أما المناطق القائمة نسبياً
الظاهرة في الصورة . فسيها
غيم من الغبار اللامع الذي
يحجب الضوء الآتي من
السديم ومن النجوم التي
وراءه . هذا السديم هو من
أكثر مناطق درب اللبانة غنى
بالنجوم .

(٢) - المجرة . في « الفرس
الاعظم » . تشبه مجرتنا من
حيث الحجم والكتلة . مع أن
أذرعها اللولبية أكثر التصاقاً
بها . فيها ١٠٠٠٠٠ مليون
نجمة . لم يكن بالإمكان
تكوين فكرة صائبة عن حقيقة
مجرتنا إلا بعد أن ثبت وجود
مجرات أخرى مستقلة عنها .
فحتى عام ١٩٢٠ . كان
الاعتقاد ما يزال سائداً بأن
مجرتنا هي الوحيدة من
نوعها . وأن المجرات اللولبية
الأخرى هي أجزاء منها واقعة
عند أطرافها .



(٥) - من الممكن رؤية
أعداد ضخمة من النجوم في
هذه الصورة المأخوذة من جبل
بالومار . رغم أنها لا تمثل
سوى جزء ضئيل من درب
التبانة . العديد من هذه
النجوم أكثر ضياءً من شمسنا .

(٤) - توضع الخرائط
الاشعاعية كهذه . لظهار
توزيع غيوم الهيدروجين البارد



شكل مجرتنا

قام هارلو شيبلي (١٨٨٥ - ١٩٧٢) في أمريكا ، اثناء الحرب العالمية الأولى ، بقياس حجم مجرتنا ، انطلاقاً من دراساته حول النجوم المتغيرة RR القيثارة في العناقيد الكروية . وقد بين أيضاً ان الشمس ، ومعها الارض وجميع اعضاء النظام الشمسي الاخرى ، تقع بعيداً جداً عن المركز . التقديرات الحديثة لبعد الشمس عن مركز

النجوم في كوكبة الرامي ، حيث تكتظ بنوع خاص نجوم المجرة (٩) . قال بعضهم بوجود كوازار هناك أو فجوة سوداء ، لكن ذلك القول لا يعتمد على أدلة أكيدة . مما لا شك فيه أن موجات اشعاعية تصلنا من مركز المجرة الذي كان مصدر أول موجات اشعاعية آتية من الفضاء تكتشف ، وقد تم اكتشافها على يد كارل يانسكي (١٩٠٥ - ١٩٥٠) في اوائل الثلاثينات .



الظاهرة في هذه الصورة الفوتوغرافية التي التقطها مرقب شميت (١٢٢ سم) في مرصد جبل بالومار . بالاضافة الى الغيوم النجمية ، كمية

برج الذؤابة والقطب الجنوبي في برج معمل النحات .

(٩) - يقع مركز المجرة وراء الغيوم النجمية في الرامي

(٨) - خريطة درب التبانة ، كما رسمها الفلكيان مارتن وتايتانا كسكولا من مرصد لوند في السويد . احداثياتها تدل على خطوط الطول والعرض للمجرة . مقاسة من مستوى المجرة . تقع نقطة الصفر من خط الطول عند تقاطع مستوى المجرة مع خط الاستواء السماوي قرب حدود برج العقرب والشمبان . يقع القطب المجري الشمالي في

المجرة هو ٣٢٠٠٠ سنة ضوئية (أكثر مما كان معتقداً الى زمن قريب) . الا ان الحجم النسبي لمجرتنا وبنيتها ظلاً عرضة للشك ولم يتضح امرهما الا بعد ان قام ادوين هبل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) بدراسات في العشرينات برهن فيها على ان المجرات اللولبية (٢) هي انظمة خارجية نوعها اساسياً من نوع مجرتنا .

اذا صح هذا القول ، فلا يكون اذن مجال



للشك في ان مجرتنا هي لولبية ايضاً (رغم ان شكلها اللولبي لا يظهر لنا بسبب وجود الارض في داخلها) . مما دعم هذا الاستنتاج نوعاً ما عملية توزيع النجوم الساطعة (حزام غولد) . لكن البرهان النهائي عليه جاء به علم الفلك الاشعاعي . فأتثناء الحرب العالمية الثانية . قام هندريك فان دي هولست (١٩١٨) وزملاؤه في هولندا بحسابات تدل على ان غيوم الهيدروجين البارد الموزعة في مجرتنا لا بد لها ان تشع على موجة طولها ٢١ سم . ثم جاء أ . بورسِل وه . ايوين في الولايات المتحدة عام ١٩٥١ وأثبتا ان هذا ما هو حاصل فعلاً . عندئذٍ حسبت مواقع هذه الغيوم الهيدروجينية وتحركاتها . فظهر من شكل تلك المواقع . بدون مجال للشك . ان لمجرتنا بنية لولبية .

حجم مجرتنا النسبي

كان من المعتقد في الماضي بأن مجرتنا ضخمة فوق العادة . الا ان هذا الوهم قد تلاشى ايضاً . صحيح ان حجمها فوق المعدل . لكن من الأكيد ان هناك انظمة أخرى معروفة تفوقها حجماً . منها لولبة المرأة المسلسلة م ٣١ .

تستعمل اليوم لفظة « المجرة » للدلالة على النظام النجمي الذي ننتمي اليه . اما تسمية بطليموس ، « درب اللبانة » او تسميتها العربية العامة « درب التبانة » . فهي للدلالة على مظهر هذا النظام الخارجي المضيء في الفضاء . هذا المنظر بالغ في الجمال . وهو غني بالنجوم المرصعة له . ولا سيما في بعض المناطق . كمنطقة نعيم ومنطقة الدجاجة ومنطقة العقرب - الرامي .

كبيرة من السديم القاتم النجوم الواقعة وراءها . هذه المكون من مادة نجمية ينم الصورة هي للجزء الاكثر غنى عن وجودها انها تحجب ضوء بالنجوم في درب التبانة .

مجرات المجموعة المحلية

معروف اليوم . ويحتوي بعضها على مئات الأعضاء . اما مجرتنا فهي عضو في احد هذه الانظمة المعروف اجمالاً بالمجموعة المحلية . تحتوي المجموعة المحلية أيضاً على لولب المرأة المسلسلة واللؤلؤ المثلث وغميمتي ماجلان وبعض المجرات القزمة .

نظام مستقر

من المسلّم به اجمالاً ان الكون يتمدد .

تتجمع المجرات في كتل تُسمى عادة عناقيد . لكن يجب ان لا يقع التباس بين هذه العناقيد وبين عناقيد النجوم في مجرتنا وفي غيرها . التي تكون اما متفتحة أو كروية . عدد كبير من عناقيد المجرات

عندئذٍ كأنه ليس أكثر من لائحة مستطيلة من الضوء . فضلاً عما فيه من عناقيد وسدم غازية ومتغيرات من جميع الانواع . شوهدت فيه أيضاً متجددات . ففي عام ١٨٨٥ . شوهد فيه بالعين المجردة المتجدد الأعظم . المسمى س المرأة المسلسلة .

(٣) - تقع غيمة ماجلان الصغرى في كوكبة الطوقان البعيدة الى الجنوب . وهي تشاهد بالعين المجردة بسهولة في سماء معتمة صافية . وتحتوي على العديد من النجوم المتغيرة ذات المدة القصيرة .

(٤) - يقع السديم الحلقي الأكبر . الذي يحيط بالنجم ٣٠ دورادوس في غيمة ماجلان الكبرى . هذا النجم من المتغيرات . وهو أشد ضياء من جميع النجوم المعروفة . فقدترته تساوي حوالي مليون ضعف قدرة الشمس . لكنه لا يرى الا بواسطة الآلات .



وهو معاصر لغاليليو . فقال عنه انه يشبه « لهب شمعة ينظر اليها من خلال بوق » . يرى بوضوح بالعين المجردة في أحوال جوية جيدة . لكن رؤيته بواسطة مرقب كبير مخيبة للآمل . لأنه يبدو

(٢) - لولب المرأة المسلسلة معروف منذ عدة قرون . وقد لاحظته الفلكي العربي عبد الرحمن الصوفي في القرن العاشر . اول من وصفه بعد مراقبته بالمرقب سيمون ماريوس (١٥٧٠ - ١٦٢٤) .

(١) - مجرة اللؤلؤ المثلث (م ٣٢) هي ثالث عضو في المجموعة المحلية من حيث الحجم . وهي معروفة بشكلها اللولبي القليل الترابط . وتبعد ٢٣٥٠٠٠٠ سنة ضوئية أي أبعد بقليل من م ٣١ .

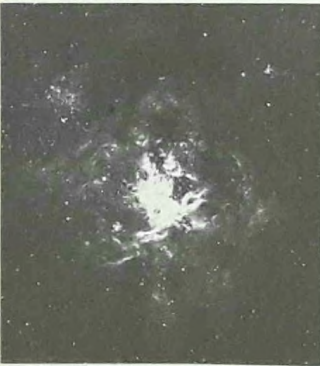
وان جميع المجرات ، خارج المجموعة المحلية . تنحسر مبتعدة بسرعات مختلفة . لكن أعضاء المجموعة المحلية ذاتها لا تبتعد عن مجرتنا (بالعكس ، يبدو لولب المرأة المسلسلة كأنه يقترب ، مع ان ذلك ناتج عن حركة الشمس حول مركز المجرة) . لذلك يمكن القول ان المجموعة المحلية هي نظام مستقر . عند محاولة تحديد عضوية المجموعة .

٢

جابهت العلماء النظريين صعوبة أساسية جدية . فقد قُدرت مسافة لولب المرأة المسلسلة (٢ ، ٨) في بادئ الامر بحوالي ٧٥٠٠٠ سنة ضوئية . لكن هذا التقدير أعطى عدة نتائج غير طبيعية . فقد تبين من الحسابات التي اجريت ان العناقيد الكروية المحيطة باللولب تختلف بحجمها اختلافاً غير متوقع عن بنات كروية شبيهة بها داخل مجرتنا . كذلك وبصورة غير متوقعة أيضاً .



٣



٤



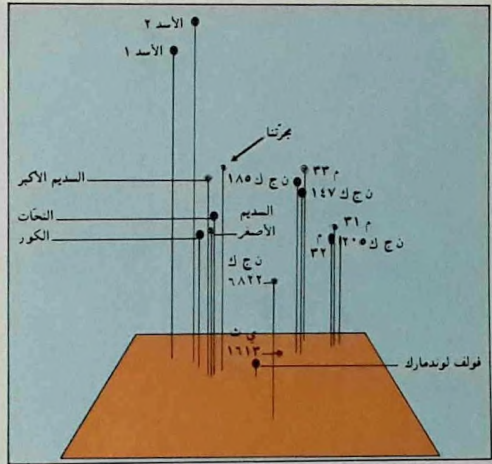
عضو في المجموعة المحلية . وتأتي مجرتنا بعدها وان كانت أصغر منها بكثير . ثم تليها مجرة اللولب المثلث (١) . وأخيراً غيمتا ماجلان الواقعتان بعيداً في الجنوب ولا تشاهدان بالتالي من معظم النصف الشمالي للكرة الأرضية . أما المجرات المتبقية في المجموعة المحلية . فهي أصغر بكثير وأقل غنى بالنجوم .

تظهر غيمتا ماجلان (٧ ، ٢) كأنهما أجزاء

لم تظهر نجوم من نوع RR القيثارة داخل لولب المرأة المسلسلة . مع أن هذه النجوم . وان كانت أقل ضياء من نجوم القيفاوسيات المتغيرة . كان يجب أن تظهر جيداً فيما لو كانت على بعد ٧٥٠٠٠٠ سنة ضوئية فقط . تبقى هذه النتائج الغريبة غير مفهومة حتى لو زيدت التقديرات الى ٩٠٠٠٠٠ سنة ضوئية .

المسافة والحجم النسبي

مجرة لولب المرأة المسلسلة هي أكبر



(٥) - المجموعة المحلية من المجرات هي مجموعة صغيرة تحتوي على أقل من ٣٠ عضواً . لا يرى بالعين المجردة من مجراتها سوى لولب المرأة المسلسلة (م) ٢١) وغيمتا ماجلان (الكبرى والصغرى) .

(٦) - المجرة القزمة في « السدسية » (الظاهرة في منتصف الصورة) الواقعة في



أصغر بكثير من مجرتنا . المسافة بين مركزيهما ٧٥٠٠٠ سنة ضوئية . مما يدل على تزاملهما الأصيل انهما تبدوان كأنهما مغلفتان بغلاف مشترك من الهيدروجين المخلخل . تظهر فيهما بوضوح خصائص نجوم نوع السكان ١ ، وشهدت فيهما متجددات وسُدُم غازية ضخمة . وكلتاها تحتوي على قيفاوسيات متغيرة .

المجرات الفقيرة بالنجوم

كتلة جميع هذه المجرات الصغرى ضئيلة نسبياً : فالقزماني في « معمل النحات » وفي « القرن » مثلاً . لا يبلغ مجموع كتلتيهما معاً سوى واحد بالمئة من كتلة مجرتنا . هذه المجرات وغيرها من الانظمة المماثلة هي فقيرة بالنجوم لدرجة انه ليس بالامكان ان يعرف فوراً انها مجرات حقيقية . نجومها من نوع السكان ٢ . لذلك كانت النجوم الرئيسية فيها عملاقة حمراء قديمة . ليس بين نجومها من المادة المنبثة بين النجوم قطعاً . او اذا كان منها القليل . فهو ليس كافياً لأن يُرى من الارض . مما يوحي بأن تكون النجوم فيها قد توقف .

لا يبدو ان هناك فروقات حقيقية بين المجموعة المحلية والكثير غيرها من مجموعات المجرات المعروفة . إلا ان دراسة المجموعة المحلية أكثر سهولة من غيرها . لوجودها في منطقتنا من الكون . فلو كانت المجرات القرمة كالتي في معمل النحات والقرن بعيدة عنا ملايين السنين الضوئية لما استطعنا كشفها مطلقاً .

مقطعة من درب التبانة . كل منهما يقع على مسافة ١٥٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً من الارض . شكلهما غير منتظم (القول بأن الغيمة الكبيرة لولبية لا يبدو مقنعاً) . وقد اعتبرتا بمثابة مجرتين تابعتين لمجرتنا . مع ان مسألة دورانهما حولها لا تزال مسألة عويصة . قطر الغيمة الكبرى . وهي الأغنى بالنجوم يساوي حوالى ٤٠٠٠ سنة ضوئية . وقطر الصغرى ٢٠٠٠ سنة ضوئية . وهكذا فكلتاها



(٨) - عند تصوير نواة لولب المرأة المسلسلة (م ٢١) فوتوغرافياً . يجب تعريض الفيلم للضوء مدة طويلة لظهار بنية أذرع اللولب . اذ عندما يكون التعريض عادياً

المجموعة المحلية تحتوي على عدد قليل من النجوم نسبياً . النجمة المتوهجة التي تظهر الى تحت هي نجمة من مجرتنا واقعة في أمامية الصورة .

(٧) - شكل غيمة ماجلان الكبرى غير منتظم . وهي تحتوي على عدة نجوم . ويقع جزء منها في كوكبة ابي سيف والجزء الثاني في كوكبة المنسا . وهي تشاهد مضئبة بالعين المجردة حتى في ضوء القمر .

المجرات الاخرى .

أنواع المجرات

الأخيرة ، وفيها تبدو الأذرع كأنها ناتئة من طرفي « قضيب » انطلاقاً من المركز ؛ ثمة مجرات اهليلجية . وهي تتراوح بين الأنظمة الكثيرة الطول والرفيعة . وبين تلك التي يصبح شكلها دائرياً تقريباً عندما تُرى من الأرض ؛ أخيراً تأتي المجرات غير المنتظمة ، التي ليس لها شكل معين على الإطلاق . هذه الفئة تحتوي على أكثر المجرات القزمة وعلى أنظمة غير منتظمة أكبر حجماً . مثل م ٨٢

يظهر من تفحص سريع للصور الفوتوغرافية أن للمجرات أشكالاً مختلفة (١٢) : فهناك مجرات ذات نمط لولبي ، تكون حلقاته متسعة في بعضها ومتراصة في بعضها الآخر . واللولبات المقلّمة هي من هذه



(٢) - نوع هـ ٤ : المجرة القزمة في « ذات الكرسي » . ونجومها من نوع السكان ٢ .



(٢) - نوع هـ صفر : مجرة م ٨٧ في العذراء . وهي نظام متماثل ومصدر إشعاعي قوي .



(٥) - نوع ل أ : مجرة لولبية في الفرس الأعظم ولها أذرع متماثلة ومنضمة .



(٤) - نوع هـ ٦ : مجرة رفيقة صفراء لمجرة لولب المرأة للسلسلة .

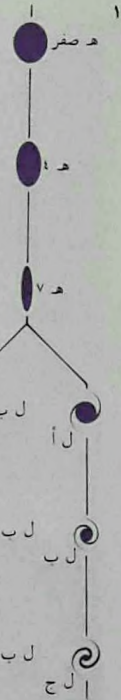


(نواة أصغر وأذرع أقل انضماماً) أو من النوع ل ج (نواة صغيرة وأذرع غير منتظمة) . المجرات اللولبية

اهليلجية بشكل واضح . المجرات اللولبية تكون إما من النوع ل أ (نواة كبيرة وأذرع منتظمة) أو من النوع ل ب

للمجرات هـ صفر كروية . فتعطي انطباعاً خادعاً بأنها عناقيد كروية . بينما تلك التي من النوع هـ ٧ هي

(١١) - نظام هبل يصف المجرات إلى ثلاثة أنواع . تتراوح المجرات الاهليلجية من هـ صفر إلى هـ ٧ ، تظهر



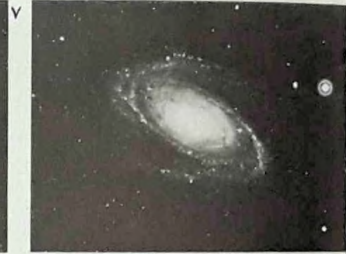
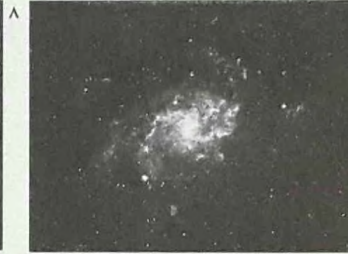
الذي هو مصدر اشعاعي شهير في الدب الأكبر .

تصنيف هبل

دخلت دراسة المجرات مرحلتها الحديثة في أوائل العشرينات . عندما استعمل ادوين هبل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) مرقباً ذا عاكس هوكر (٢٥٤ سم) في مرصد جبل ولسن في كليفورنيا . فجاءت أعماله تؤكد بصورة

قاطعة وجود أنظمة خارجية قائمة بذاتها وليست مجرد أطراف متباعدة لمجرتنا . وضع هبل طريقة تصنيف كانت أساساً لتصنيفات لاحقة (١) أكثر تعقيداً . فقد ميّز نظامه بين ثلاثة أنواع أساسية من المجرات : اللولبية والاهليلجية واللولبية المقلّمة .

ان المقصود من هذا التصنيف لم يكن سوى اظهار درجات التسطّيح المتزايدة . فالانظمة الاهليلجية هي في الحقيقة كروية .



(٨) - نوع ل ب أ ، مجرة في برج الأسد الأصفر . ذات أذرع لولبية تمتد من طرفي قضيب .



(٧) - نوع ل ج : مجرة م ٣٣ وهي مجرة اللولب المثلث وله نواة أقل تحديداً وأذرع أقل وضوحاً .



(٦) - نوع ل ب : مجرة م ٨١ في الدب الأكبر وترى من زاوية أصبّق من زاوية المجرة في الفرس الأعظم المذكورة سابقاً .



(١٠) - نوع ل ب ج : مجرة في عنقود « الجاني » . وفيها قضيب بارز بينما ليست الأذرع أكثر من امتدادات بسيطة .



(٩) - نوع ل ب ب : مجرة في الفرس الأعظم . لها قضيب واضح وأذرع تمتد بوضوح من طرفيه .

(١١) - يرى من الأرض حدة هذه المجرة في معمل النخات . لذلك شكلها اللولبي غير بارز بوضوح .

المقلّمة تنقسم الى ل ب أ ، ل ب ب ، ل ب ج . ما يزال نظام هبل قيد الاستعمال .

كان العلماء قد استنتجوا ، من دراستهم لأطياف ٤٠ مجرة كانوا قد حصلوا عليها ، ان هذه المجرات تنحسر متباعدة عنا وفقاً لقانون دوبلر في الانزياح (١٤) الذي يثبت أنه ، اذا ابتعدت عنا مجرة ، فخطوط طيفها تنزاح باتجاه طرف الطيف ذي الموجات الطويلة أو الأشعة الحمراء . وأنه كلما ابتعدت المجرة ،

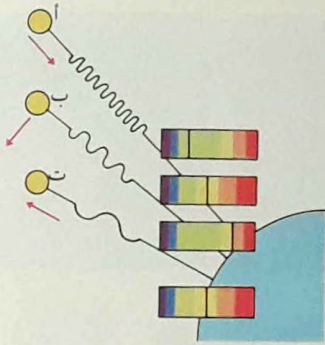
ازدادت سرعة ابتعادها .

تثبت هبل بنفسه أن هناك علاقة

ولا تظهر اهليلجية الا عند اسقاطها فقط . على كل ، ما تزال معرفتنا لتاريخ الكون محدودة ، بحيث ينظر أكثر علماء الفلك بحذر وريبة الى أي تصنيف قائم على أساس التسلسل التطوري الشامل .

ثابتة هبل

حتى قبل أن تبرهن أبحاث هبل على أن هناك مجرات واقعة خارج نطاق نظامنا ،



(١٣) - تبعد مجرة قبة ١٤ السومريرو م ١٠٤ مسافة ٤١ مليون سنة ضوئية . وهي جزء من عقود العذراء .

(١٤) - يحصل انزياح دوبلر عندما يعطى مصدر ضوء يقترب (أ) عدداً من الموجات بالثانية تدخل العين يكون أكبر من ذلك الآتي من مصدر ساكن (ب) . فتنزاح من جراء ذلك طول الموجة باتجاه الطرف البنفسجي من الطيف . لكن موجة الضوء لا تتأثر ولا تنزاح عند غياب الحركة النسبية (ب) . تحدث بالعكس سرعة الابتعاد أو الانحسار (ت) ازدياداً في طول الموجة وانزياحاً باتجاه الطرف الأحمر في الطيف . ب



لكنها ليست كبيرة بالنسبة تظهر بشكل للأذرع اللولبية التي ليست ممتازة . انها أول بارزة ولا متراسة بالنسبة لمجرات لولبية تم التعرف عليها (اكتشفها إيرل روس سنة

(١٧) - تبعد مجرة الدوامة م ٥١ ٣٧ مليون سنة ضوئية . ١٨٤٥ .

وهي تواجهنا ، ولذلك فهي

(١٥) - هذه مجرة من أكثر المجرات بعداً (السهم) . يقابل طيفها (ب) هنا مع أطياف مخبرية (أ و ت) . موقع الخط الأبيض فيها (المزاح الى اليمين) يظهر ان ضوء المجرة باتجاه الأحمر .

(١٦) - هذه مجرة لولبية رخوة . نواتها ظاهرة بوضوح .



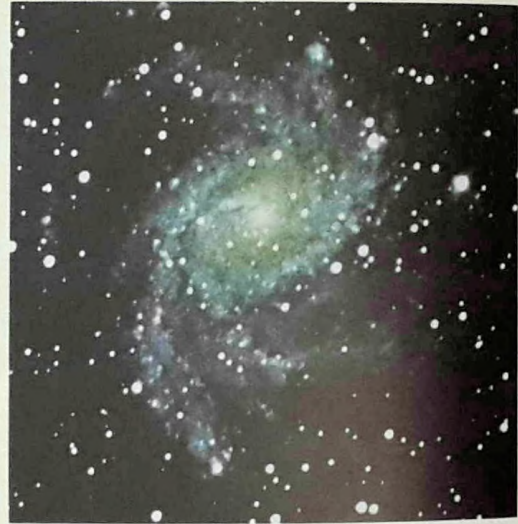
(١٢) - تضم هذه المجرات في برج الجاني لوالب ولوالب مقلمة وأنظمة اهليلجية .



اختبارية معيّنة بين البعد وسرعة الانحسار .
فحواها أن سرعة الانحسار تتناسب طردياً مع
المسافة . فعامل التناسب هذا معروف بثابتة
هابل .

قياس المسافات

لا يمكن قياس مسافات المجرات بدقة .
بصد الأنظمة القريبة (تلك التي في
المجموعة المحلية وحتى تلك التي خارجها)



يمكن استعمال القاعدة المطبقة على
القيفاوسيات المتغيرة . وهي القاعدة القائمة
على العلاقة بين المدة والضيء . هذه الطريقة
استعملت أصلاً لتحديد مسافات القيفاوسيات .
لكن يمكن الآن استعمالها أيضاً لقياس
مسافات نجوم أخرى . خصوصاً وقد أصبح
ممكناً التعويل عليها بعد أن تم توضيح
الاختلاف بين أنواع المتغيرات من النجوم .
فضل القيفاوسيات انها نجوم قوية يمكن
رصدها من مسافات تصل الى عدة ملايين من
السنين الضوئية .

الا أن النجوم العملاقة الضخمة هي أقوى
من القيفاوسيات . ويبدو من المرجح أن
النجوم العملاقة الأكثر ضياء في مجرتنا تساوي
تقريباً النجوم العملاقة في المجرات الأخرى .
لذلك يمكن استعمالها أيضاً كمؤشرات
لتحديد المسافات . رغم أن نتائج استعمالها
ستكون على الأرجح أقل دقة من نتائج
استعمال القيفاوسيات . هذه الطريقة تصلح
لقياس المسافات التي تصل حتى ٤٠ مليون
سنة ضوئية . فضلاً عن ذلك هناك ، في عنقود
مجرات العذراء ، مجرات من جميع الأنواع .
بما فيها مجرات لولبية . وهي أيضاً من
الممكن الاستعانة بها بعد معرفة أحجامها .
بالطريقة نفسها التي استعين فيها
بالقيفاوسيات والنجوم العملاقة . مع أن الدقة
ستكون هنا أقل .

لا تعطي المجرات الواقعة خارج المجموعة
المحلية الا معلومات قليلة . حتى عند رصدها
بالمراقب الضخمة . فوحده التصوير
الفوتوغرافي المفصل قادر أن يكشف لنا عن
الطبيعة المتنوعة والخلاصة لأنظمة النجوم
المتناثرة بعيداً في الكون .

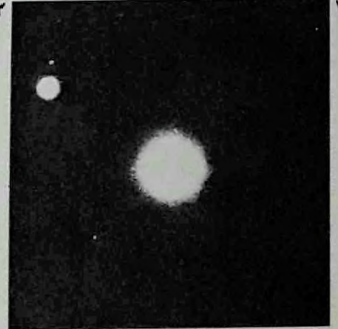
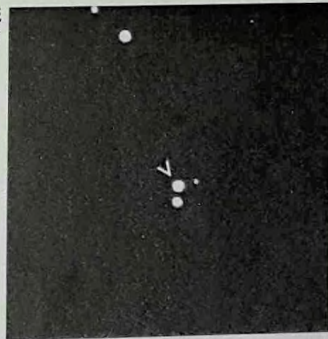
المجرات الاشعاعية والكوازارات

عظمى وغيرها من المصادر الاشعاعية الدقيقة .
غير ان طاقة هذه المصادر لا تُذكر ازاء طاقة
المجرات الاشعاعية .

مشكلة المجرات الاشعاعية

المجرة م ٨٧ مثل نموذجي عن مصدر
اشعاعي قوي ، وهي واقعة في عنقود العذراء
الشهير ، وتبعد عن الأرض حوالى ٦٠ مليون
سنة ضوئية . ينطلق منها دفق غريب يبدو

بعض المجرات مصادر قوية ليس للضوء
فحسب ، بل للموجات الاشعاعية ايضا ، وهي
معروفة « بالمجرات الاشعاعية » . لا شك في
ان جميع المجرات تبث اشعاعات ذات موجات
طويلة ، لما في داخلها من بقايا متجددات



ب ١,٥ مليون سنة (أي قبل
١٢ مليون سنة بالحقيقة) .
فهى اذا خير مثل معروف عن
مجرة منفجرة .

كبيرة الحجم تتحرك في داخلها
بسرعات تصل الى ١٦٠ كلم في
الثانية . جميع الدلائل تشير
الى ان انفجاراً هائلاً حدث
داخل نواتها قبل رؤيتنا لها

(١) - المجرة غير المنتظمة
المسماة م ٨٢ هى مصدر
اشعاعى يبعد ١٠ ٥٠٠ ٠٠٠ سنة
ضوئية . يبدو ان هناك بنيايت
هيدروجينية غازية معقدة

مؤلفة من مجرتين اثنتين ، أي من نظامين منفصلين يمرّان أحدهما عبر الآخر في اتجاهين متعاكسين . في هذه الحال ، لا تتصادم النجوم الافردية اثناء التلاقي الا نادراً ، لكن المواد التي بينها تتصادم ، فينجم البث الاشعاعي عن ذلك التصادم .

دلت الابحاث الاضافية على أنه ليس بإمكان تصادم المجرات اعطاء مقدار من الطاقة يكفي لتفسير ظاهرة الاشعاع هذه .

كأنه مواد تُذَف بسرعة فائقة . تبث م ٨٧ طاقة تزيد ١٠ ٠٠٠ ضعف عما هو منتظر منها . بعض المجرات الاشعاعية الأخرى هي أكثر منها بعداً بكثير . فالدجاجة أ مثلاً ، أولى المجرات الاشعاعية المكتشفة بصرياً (عام ١٩٥٤) ، تبعد ٧٠٠ مليون سنة ضوئية .

قدمت عدة نظريات لتفسير الابتعاث الاشعاعي من هذه المجرات الاستثنائية . كان يُظن في البدء أن المجرة الاشعاعية قد تكون



(٢) - يقع الكوازار ، الذي تظهر هنا صورته الملتقطة بواسطة المرقب العاكس الضخم في جبل بالومار ، في برج العذراء . بسبب قدره ١٣ ، نراه أكثر الكوازارات اضاءة . انه أحد الكوازارات الأولى التي تم التعرف اليها ، وكان ذلك عام ١٩٦٣ .

(٣) - تم تصوير هذا الكوازار بواسطة مرقب جبل بالومار العاكس الضخم . يبدو الكوازار (السهم) شبيهاً تماماً بالجرم الظاهر تحته والذي هو نجم عادي في مجرتنا .

(٤) - التقطت صورتان الفوتوغرافيتان لهذا الكوازار في مرصد غرينتش الملكي في اغسطس ١٩٦٦ (أ) وسبتمبر ١٩٧١ (ب) . يشار الى الكوازار بالسهم . من السهل ملاحظة انخفاض الاضاءة بالنسبة لنجوم أخرى . تعترى الكوازارات تقلبات في الاضاءة خلال فترات قصيرة . مما يدل على أن حجمها يجب أن يكون مفرطاً في الصغر اذا قوبل بالمجرات .

المصادر الضوئية فيها لا تقع في المركز البصري للجرم بل على جانبيه .

من الأرض البالغ ١٢ مليون سنة ضوئية احدى أقرب المجرات الاشعاعية البنا . يبدو أنها تحتوي على كمية غير عادية من الغبار المنتشر .

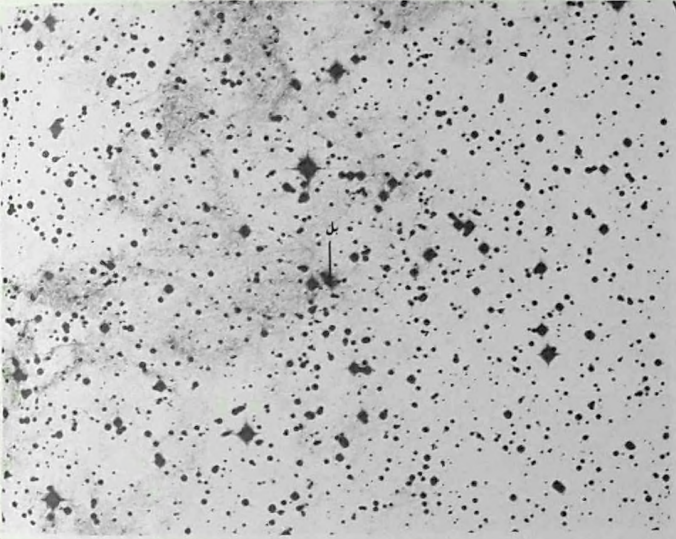
(٥) - يعتقد اليوم أن مجرة الظلمان الاشعاعية (أ) هي نظام واحد . بعد أن كان يُظن انها مؤلفة من مجرتين متصادمتين . يجعلها دنوها

مركز هذه المجرة منذ حوالي ١٢ مليون سنة
من سنواتنا الأرضية .

أجرام جديدة في الفضاء

أدى البحث عن الأجرام البعيدة ، عام
١٩٦٠ ، الى سلسلة مذهشة من الاكتشافات .
فهناك عدد من الأجرام كان يعتقد أنها
بعيدة استناداً الى خصائصها الاشعاعية .
فجاءت صور فوتوغرافية التّقطت بواسطة

لذلك استبعدت نظرية المجرات المتصادمة .
يبدو الآن أن الاشعاعات انما هي نتيجة
انفجارات هائلة داخل المجرات ذاتها . أحد
الأمثلة الممتازة على ذلك هو مجرة م ٨٢ ،
وهي مجرة غير منتظمة في الدب الأكبر
(١) . فقد وُجد أن هناك بنيات غازية
ضخمة معقدة داخلها ، تتنقل بسرعات تصل
الى ١٦٠ كلم في الثانية ، ويبدو من التحركات
الملاحظة حالياً فيها أن انفجاراً حدث قرب



يشه طيف المجرة اللولبية .
الغاية ليست نجماً . انها
بعيدة ومضيئة ويقع مقدار
اضاءتها بين اضاءة المجرة
واضاءة الكوازار ، وهي تبث
اشعاعات قوية مما تحت
الأحمر .

الطبقة الجوية المحيطة
بالأرض من الوصول إلينا .

(٧) - الغاية شيء غير
عادي ، تبدو شبيهة بنجم
اضاءته متغيرة ، وعندما تصل
الى حدها الأدنى تبدو وكأن
حولها زغب . طيفها بدون
معالم خاصة ، إذ ليس فيه
خطوط مضيئة أو مظلمة .
يعطي الزغب الخارجي طيفاً

مصدر اشعاعي ضعيف . الا أن
الخريطة تكشف عن مصادر
اشعاعية غير مرئية من التي لا
تبث ضوءاً ، كتلك التي في
أسفل يمين الصورة ، تمتد
الموجات التي يمكن كشفها
بواسطة المراقب الاشعاعية من
حد أقصى يصل الى ٣٠ متراً
الى حد أدنى يبلغ ١ سم .
الموجات التي تساوي أطوالها
أقل من هذا الحد تمنعها

(٦) - تكشف المراقب
البصرية الأجرام التي تبث
ضوءاً ، بينما تكشف المراقب
الاشعاعية اشعاعاتها ذات
الموجات الأكثر طولاً ، وكل
تقنة من هاتين التقنيتين تبرز
معالم مختلفة من الجرم نفسه .
في هذه الصورة ، رُكبت
الخريطة الاشعاعية (الخطوط
الحمراء) للمرأة المسلسلة فوق
الصورة البصرية . هذه المجرة

جرم أزرق آخر نحو الطرف الأحمر في الطيف . هكذا أدى التعرف الى أجرام أخرى من هذا النوع الى اكتشاف فصيلة جديدة من الاجرام هي أكثر بعداً من أية أجرام معروفة . وتبتعد عنا ، في حالات عديدة ، بسرعة تربو على نصف سرعة الضوء .

المشكلات المتعلقة بالكوازارات

هذه الاجرام تعرف بالكوازارات (أو الكازارات) ، وهو اسم مختصر (بالانجليزية) لاسمها الأصلي أي الأجسام شبه النجمية . انها تواجه علماء الفلك بسلسلة من المسائل المحيرة . فاذا افترضنا تقدير بعدها عنا صحيحاً ، يغدو من المحتم ان يكون اشعاع كوازار قوي متفوقاً بكثير على اشعاع مجرة كمجرتنا . لكن كيف يمكن لجرم صغير نسبياً (على كل اصغر بكثير من المجرة) أن ييث مثل هذه الكمية من الطاقة ؟ فضلاً عن ذلك . فقد دلت القياسات الاشعاعية للقطر الزاوي للكوازارات ولسرعة تغير الضوء في بعضها على أن المصدر الرئيسي للطاقة فيها يقع في منطقة من الفضاء لا يزيد عرضها عن بضعة سنوات ضوئية .

يظهر إذن أن طرق انتاج الطاقة المألوفة في النجوم والمجرات العادية لا تصلح لتفسير هذه الظواهرات . لذلك أخذ العلماء يقترحون النظرية تلو النظرية عن الكوازارات . من هذه النظريات ، أن الكوازار ناتج عن عدة متجددات عظمى تنفجر بتتابع سريع . الا أنه لا يبدو هناك سبب لحدوث مثل هذه الانفجارات . هناك أخيراً نظريات تتحدث عن امكانية وجود مضاد للمادة أو فجوات سوداء ، لكنها ما تزال مجرد تخمينات .

مرقب جبل بالومار تثبت أنها أجرام زرقاء شبيهة بالنجوم الزرقاء ، وظل الاعتقاد سائداً ، حتى عام ١٩٦٣ ، أنها نوع من النجوم الموجودة في درب التبانة وغير المعروفة حتى ذلك الحين ، الى أن توصل م . شमित ، بواسطة مرقبه الضخم ، في مارس من ذلك العام ، الى تحديد هوية طيف أحد الاجرام الاشعاعية الزرقاء (٢) . في الوقت نفسه ، نشر غرينشتاين وماثيوز قياساتهما لانزياح



(٨) - تصنف المجرتان في كوكبة العراب في النوع ل ج ، لأن كلا منهما لولبية غير متراصة . كل منهما أيضاً مصدر اشعاعي . لا شك في أن النظامين مترابطين حقيقة . وأنهما يقعان على بعد واحد من الأرض . فضلاً عن ذلك ، يبدو أن كنههما متداخلان ، مما أدى الى النظرية القائلة بأن الابتعاث الاشعاعي من

مضيء ما اذا كان هذا الجسم يقترب منا او ينحسر مبتعدا عنا . فاذا كان يقترب ، يبدو طول موجة ضوئه كأنه يقصر ، ويبدو الجسم اكثر زرقة ؛ اما اذا كان يبتعد ، فطول موجته الظاهر يبدو كأنه يزداد . ويظهر الجسم اكثر احمرارا . هذا ما يسمى بأثر دوبلر نسبة الى الفيزيائي النمساوي كريستيان دوبلر (١٨٠٣ - ١٨٥٣) الذي كان اول من نبه اليه .

من جميع الاسئلة التي تواجه البشرية والتي بقيت بدون اجابة . تظل تلك المتعلقة بأصل الكون أكثرها سحرا ، ومن المؤكد أيضا أنها من أكثرها غموضا .
يتبين من التحليل الطيفي لبنية جسم



اكتشاف بقايا هذه

الاشعاعات ، طفت فكرة

الكون المتطور على فكرة

الخلق المستمر . ويبدو أن

قياس موجات الاشعاعات

الدقيقة يشير الى فترة دقيقة

واحدة بعد بدء التمدد . من

التساؤلات المطروحة ، هل

يحتوي الكون على كمية من

المادة تكفي كي تتغلب قوى

التجاذب فيه على قوى

التمدد ؟

(٢) - م ٨٢ في الدب

الأكبر مجرة غير منتظمة تبعد

عنا ١٠.٥ ملايين سنة ضوئية .

وتقع بعيداً وراء المجموعة

المحلية . تدل تحركات الغاز

بداخلها على أن انفجاراً هائلاً

حدث فيها قبل رؤيتنا الحالية

لها بـ ١.٥ مليون سنة م ٨٢

هي أيضاً مصدر قوي

للموجات الاشعاعية . منذ

(٢) - مجرة اللولب المثلث

م ٣٢ هي أبعد عضو معروف

في المجموعة المحلية من

المجرات الظاهرة في الرسم

(١) . وهي لا تبعد عنا .

كتلتها لا تساوي إلا ١/٢٥ من

كتلة مجرتنا م ٣٣ هي لولبة

من النوع العادي المتفتح .

ويبلغ بعدها عن الأرض ٢.٣٥

مليون سنة ضوئية .

(١) - الغيوم المؤلفة من

النجوم في مجرتنا . كما تظهر

هنا في كوكبة الرامي في

صورة التقطها مرقد شبيت .

تدل على مركز مجرتنا

(٦) . جميع المجرات خارج

مجموعتنا المحلية تبعد عن

مجرتنا التي هي . بعد المرأة

المسلسلة . أكبر عضو في

المجموعة المحلية .

نتائج اثر دوبلر

أيضا ان الزيجان نحو الاحمر يزداد . كلما كان موقع المجرة أبعد . اذ ان ازدياد الزيجان يعني ازدياد سرعة الابتعاد .

نظريات أصل الكون

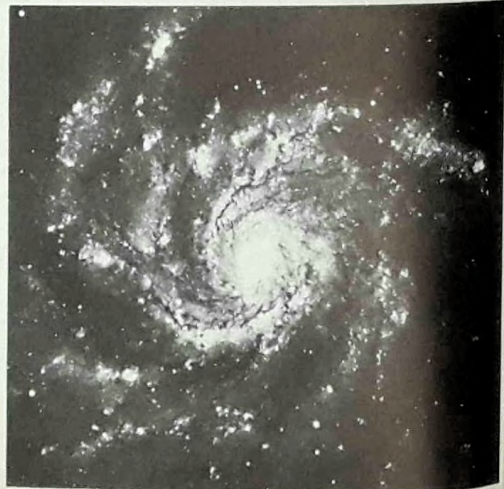
قبل أن يكتشف هبل دلائل حسيّة على تمدد الكون بعدة سنوات . توصل الفلكي الهولندي ويلم دي ستر (١٨٧٢ - ١٩٣٤) الى حل للنظرية عن الكون التي نشرها عام

يتكون طيف مجرة خارجية من اختلاط أطيف ملايين النجوم . الا أنه من الممكن التعرف على الخطوط الرئيسيّة فيه . لقد تبين حتى الآن أن جميع أطيف المجرات . باستثناء مجرات مجموعتنا المحليّة (٦) . تزيح باتجاه الاحمر . فاذا كانت هذه التحركات من نوع أثر دوبلر . ينتج عن ذلك أن الكون بأجمعه في حالة تمدد . وقد تبين



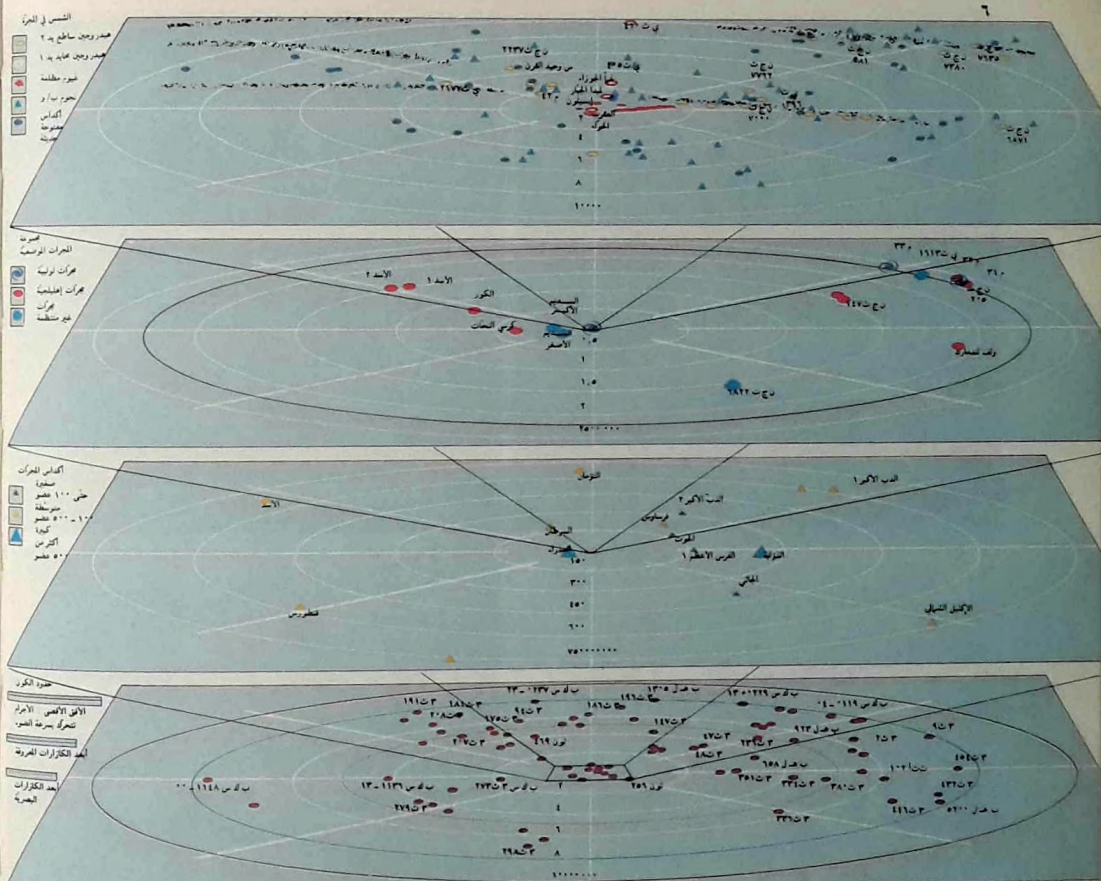
(٤) - من الممكن تمييز الاشكال اللولبية في مجموعة ستيفن الخامسة من المجرات . الا انه لا يمكن تقدير مسافات الانظمة البعيدة . الواقعة خارج حدود الرصد . الا بالاعتماد على زيجان دوبلر . حتى الان لا يمكن قياس الاجرام التي تبعد اكثر من ١٠٠٠٠ مليون سنة

(٥) - م ١٠١ في الدب لأكبر نموذج عن المجرات اللولبية . وهي واحد من الانظمة التي يمكن دراستها بالتفصيل لقربها الكافي .



تؤدي اما الى نظرة تقول بكون يتمدد مع الزمن الى ما لانهاية له . أو الى نظرة تقول بكون ينتهي منها على ذاته . لذلك حاول العديد من أصحاب النظريات البارزين ، أمثال آرثر ادنغتون (١٨٨٢ - ١٩٤٤) وجورج لوميتر (١٨٩٤ - ١٩٦٦) ، ادخال تعديلات على نماذج الكون المتمدد المقترحة . جاءت كلها متفقة على افتراض نقطة ابتداء للكون في الزمن ، كانت فيها المادة الاصلية مضغوطة

١٩١٧ الفيزيائي الرياضي ألبرت أينشتين (١٨٧٩ - ١٩٥٥) . بعد ذلك بقليل ، اكتشف العالم الروسي أ . فريدمان (١٨٨٨ - ١٩٢٥) مجموعة كاملة من الحلول لمعادلات اينشتين التي يتغير فيها شعاع الكون ومتوسط كثافته مع الزمن . لكن بقيت هناك عدة مسائل بدون حل .
فوفقا لنوع الكميات المتغيرة المعتمدة في المعادلات . كانت النماذج النظرية المقترحة



في حيز متناهي الصغر .

في عام ١٩٤٦ ، جاء جورج غاموف (١٩٠٤ - ١٩٦٨) بفكرة (عرفت بنظرية الدوي الكبير) تقول بأن حرارة المادة الأصلية في مرحلتها الابتدائية كانت عالية بحيث أحدثت انفجارا . وقال أيضا ان العناصر العادية المألوفة في الكون تكونت من الهيدروجين الأصلي خلال الدقائق الأولى بعد بدء التمدد الناتج عن الانفجار .

المفاهيم الصعبة التي تحتوي عليها فكرة بدء الزمن (ومقابلتها بتقديرات عمر الكون والارض) قادت فريد هويل (١٩١٥ -) و ت . غولد عام ١٩٤٨ الى فكرة تقول ان الكون لم يكن له بداية قط . لكنه في حالة دائمة من الخلق المستمر . وهذا يعني أن ذرات الهيدروجين تخلق باستمرار مكونة النجوم والمجرات بمعدل كاف للتعويض عن المجرات التي تخرج من نطاق رؤيتنا نتيجة لتمدد الكون .

أسئلة حول التطور

منذ اكتشاف بقايا الاشعاعات ذات الموجات الدقيقة . طغت فكرة الكون المتطور على فكرة الخلق المستمر . الا أنه ظلت هنالك مجالات للتساؤل . أحد التساؤلات يتعلق بمصير الكون مستقبلا : فهل يحتوي الكون الآن على كمية من المادة تكفي كي تغلب قوى التجاذب فيه على قوى التمدد ؟

فالكثافة الحرجة هي 2×10^{-29} غرام / سم^٣ ، الا أنه من غير المرجح أن تؤدي هذه الكثافة الى حل المشكلة . وذلك بسبب الابهام المحيط بكمية المادة غير المنظورة الموجودة في الفضاء . يبدو أقرب الى الحقيقة القول أن ما سيساعد على الحل المنشود هو التوصل الى رصد الأجرام البعيدة في الفضاء . كالكوازارات مثلا ومعرفة كيف تتغير سرعة ابتعادها مع المسافة .

في الوقت الحاضر . لا يسمح تناثر النتائج وتضاربها باستخلاص أي شيء ثابت . هنالك سؤال أكثر إلحاحا يتعلق بحالة الكون في بدء الزمن . تقوم النظريات على افتراض حالة شاذة كانت فيها كثافة المادة لا متناهية .

(٦) - تظهر هذه الرسوم البانية سعة سلم القياس الكوني . نرى فيها أولا المنطقة التي بالامكان مراقبتها بصريا في مجرتنا . في هذا السلم . تكفي نقطة مجهرية لتمثيل النظام الشمسي بكامله . نرى في هذا النظام نجوم وعناقيد نجوم وتجمعات نجمية وسدم غازية كديم الوردية وسديم الجوزاء م ٤٢ . اعطيت المسافات هنا بالآلاف السنين الضوئية . بحيث يمثل الخط الأبيض الخارجي مسافة ١٠٠٠٠ سنة ضوئية بعدا عن الشمس . ثم نرى المجموعة المحلية من المجرات . وهي تحتوي على ٢٤ عضوا . أكبرها المجرة اللولبية م ٣١ في المرأة المسلسلة . ثم مجرتنا . ثم اللولب الثلاث م ٣٣ . واخيرا غيمتا ماجلان اللتان هما رفيقتنا مجرتنا . اما الاعضاء الأخرى من المجموعة المحلية كالأسد ١ والأسد ٢ . فهي مجرات قزمة . اعطيت المسافات هنا بملايين السنوات الضوئية . قد تكون المجرات مائتي ١ ومائتي ٢ المكتشفان حديثا عضوين أيضا في المجموعة المحلية . الا أن الغبار الكثيف الحاجز بينهما وبيننا في مستوى مجرتنا يجعل دراستهما صعبة . لا يبدو أن مجرات المجموعة المحلية تنبثق عنا . المنطقة الثالثة تبعد أكثر من ٧٥٠ مليون سنة ضوئية . وهي تحتوي على العديد من عناقيد المجرات . كمنقود العذراء الغني بالمجرات . أما المنطقة الرابعة التي يزيد بعدها على ١٠٠٠ مليون سنة ضوئية . فليس بالامكان حتى الآن رصدها لا بالوسائل البصرية ولا بالوسائل الاشعاعية . فالكوازارات ذاتها . وهي أبعد الأجرام عنا . ليست بعيدة الى هذا الحد .

خريطة الكوكبات

وكوكبة الجبار . وفي نصف الكرة السماوية الجنوبي . ترتدي نجوم الصليب الجنوبي الأربعة طابعاً خاصاً . مع انها أشبه الى طيارة ورقية منها الى صليب .

في الأزمنة الغابرة . صُنِفَت النجوم ضمن كوكبات أطلق عليها الأقدمون أسماء مختلفة . لكن تقتضي الإشارة الى ان هذا التصنيف قائم على البصر أي أنه نتيجة لظاهرة خط الرؤية أو لما يسمى بالمنظورية في فن الرسم أي

بعض الخيال يكفي لرسم اشكال مستوحاة من نجوم السماء . من تشكيلات الكواكب ما هو معروف جداً . مثل كوكبة المحراث (أو الدب الأكبر) بنجومها السبعة . وكوكبة الدب الأصغر بنجومها السبعة أيضاً

١١



(١) - فلك البروج (أ) هو اسقاط مدار الأرض على الكرة السماوية (ب) أو بتعبير آخر . هو الطريق السنوي الذي يبدو لنا ان الشمس تسير عليه بين النجوم (الخط المنقط) . يمر هذا الخط بكوكبات دائرة البروج التي أطلق عليها بطليموس الأسماء الآتية . ساكب الماء أو الدلو (١) . الجدي (٢) . الرامي أو القوس (٣) . العقرب (٤) . الميزان (٥) . العذراء (٦) . الأسد (٧) . السرطان (٨) . الثور (٩) . الحمل (١٠) . الحوت أو قيطس (١١) . يرجع أصل علامات البروج الى البابليين . وقد ارتدت هذه العلامات طابعاً

رمزياً باطنياً ازداد رواجه اليوم مع انبعاث الاهتمام المعاصر بالتنجيم .

(٢) - هذه الساعة المائية العربية القديمة تحتوي على دائرة البروج . والكوكبات ممثلة فيها بوضوح . كانت الفهارس النجمية العربية أدق بكثير مما سبقها من الفهارس .



لكانت دراسة الكوكبات بحد ذاتها مفيدة للغاية . لعل كوكبات البروج أقدم الكوكبات المعروفة . وكان البابليون أول من رسم دائرة البروج وقسمها الى ١٢ كوكبة (١) . مما أدى الى التقويم السنوي الاثني عشري . وضع الصينيون (٨) والمصريون (٤) في ما بعد خرائط للسماء أيضاً . واعطوا اسماء لكوكبات النجوم . كذلك فعل الأغريق . لكن نظامهم كان الأبقى .

نتيجة لكيفية ظهور الاجرام لعين مراقبها حسب مكانه على سطح الكرة الأرضية . وأنه بالتالي ليس بالضرورة من رابطة حقيقية في الفضاء الكوني بين نجوم كوكبة معينة .

اولى خرائط النجوم

لما لم تكن للأقدمين أية فكرة عن بنية الكون الحقيقية . اعتقدوا ان النجوم على مسافة واحدة منهم . لو كان الأمر كذلك .



٥
١

(٥) - رسوم هندية للكوكبات يظهر فيها ماكارا (أ) أي الوحش البحري . وكومبا (ب) أي الابريق الذي كرسه الاسطورة بقولها أنه يحتوي على اكسير يفتح للالهة ابواب السماء .



(٣) - البروج اليابانية تحمل اسماء حيوانات ، الكلب (أ) . الديك (ب) . الحية (ت) . البئر (ث) . الجرذ (ج) . البومة (ح) . وهي تظهر هنا بشكل ازرار .

(٤) - يظهر أثر التنجيم الأغريقي على المصريين في هذه الرسوم لكوكبتي العقرب والرامي الموجودة في داخل ضريح مومياء تعود الى القرن الثاني ق م .

تسمية الكوكبات

لأكثر النجوم تألقاً رقم ١ ولأقلها ضياء رقم ٦ (وهو منتهى حد الرؤية للعين المجردة في سماء صافية) .

أطلقت على كوكبات بطليموس أسماء أسطورية أكثرها أسماء كائنات حية ، ونادراً أسماء جوامد . لائحة بطليموس تتضمن جميع الكوكبات المرئية من الاسكندرية . حيث يقال ان بطليموس أمضى حياته . تسمياته اللاتينية ما زالت يعمل بها حتى اليوم ،

حوالي العام ١٥٠ ق . م . وضع هيبارخوس ، أحد أقطاب الفلكيين القدامى ، جدولاً بالنجوم ، اعتمده في ما بعد بطليموس الاسكندري لوضع لائحته المتضمنة ٤٨ كوكبة . تظهر هذه الكوكبات حتى اليوم في خرائط النجوم . وان طرأ على حدودها كثير من التعديل . صف بطليموس النجوم حسب قدرها . أي ضيائها الظاهر للعين . فأعطى

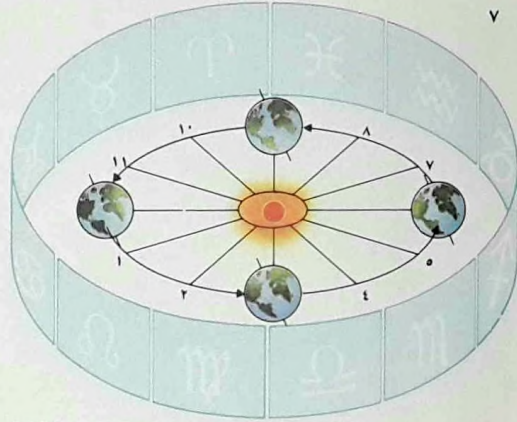


(٦) - كوكبات بطليموس الرئيسية تظهر على هذه الخريطة التي وضعها يوهانس جاسونيوس عام ١٦٦٠ . تعقيد هذه الأشكال حمل الفلكي الانجليزي وليم هرشل في القرن الثامن عشر على القول بانها انما رسمت لخلق أكبر قدر ممكن من الصعوبات . غدلت هذه الخريطة فيما بعد

(٧) - لكوكبات دائرة البروج الاثنتي عشرة علاقة بمسار الشمس الظاهر في فلك البروج . في شهر آذار من السنة من المفروض ان يرى مراقب ارضي الشمس في الحمل ، لكن بما ان هذه الكوكبة لا تكون فوق الأفق الا في النهار . فليس بالامكان مراقبتها .

اورسا مايور (الدب الأكبر). آريس (الحمل). اكوارايوس (ساكب الماء. أو الدلو). كذلك الاسماء التي تمثل شخصيات اسطورية. مثل فرساوس وقيفاوس وكاسيوبيا (ذات الكرسي) واندروميذا (المرأة المسلسلة) .

قيل ان السماء كتاب كبير مصور (١) ينطوي على الأساطير الكلاسيكية ويحافظ عليها . منها مثلاً اسطورة الملكة كاسيوبيا .



كوكبات جديدة

لم يتضمن جدول بطليموس غير النجوم الرئيسية المرئية من الاسكندرية . لكن الفلكيين راحوا يكملون ذلك الجدول باضافة كوكبات جديدة الى كوكباته الثماني والاربعين . لقد جاء وقت كان فيه كل فلكي لا يرتاح له بال حتى يضيف شيئاً جديداً الى سماء كانت قد أمست مزدحمة بالنجوم . بلغت هذه الموجة أوجها مع ج . أ . بود في أواخر القرن الثامن عشر ، الذي أوجد كوكبات جديدة أطلق عليها اسماء لاتينية غريبة اعتبرت بربرية في حينها . في ما بعد خُصِر عدد الكوكبات بـ ٨٨ ، وخطط حدودها الاتحاد الفلكي الدولي عام ١٩٣٤ .



(٨) - ان رموز البروج الصينية تشمل أيضاً حيوانات . بعضها يظهر هنا على مزهرية ترجع الى القرن الخامس أو السادس ق . م .

القدر الثاني . أما السابع . وهو دلتا الدب
الأكبر . أو المغرز . فهو دون القدر الثالث .

دليل النجوم: النص الشمالي (١)

الدب الأكبر : الكوكبة الرئيسية

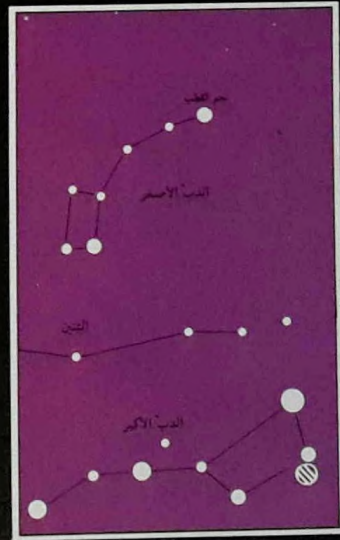
من غير الممكن عدم الانتباه الى أن ضوء
المغرز باهت نسبياً ، مع ذلك صفه فلكي
الأزمنة القديمة في مستوى رفقائه سطوعاً .
مما يضطرنا الى الاستنتاج انه . اذا كان

تهيمن على السماء الشمالية البعيدة كوكبة
الدب الأكبر . ولعلها أشهر كوكبات السماء .
وتؤلف نجومها السبعة الشكل المعروف عامة
باسم المحراث . ستة من هذه النجوم هي من



الأكبر	المنطقة	الرموز
١ ٤.٠	ب/د	سنة
١.٥ ٢.٥	ل	محراث
٢.٠ ٤.٠	ف	أكبر كوكبة
٢.٥ ٤.٥	ج	أكبر كوكبة
٣.٠ ٦.٠	ك	
٣.٥ ٦.٥	م	

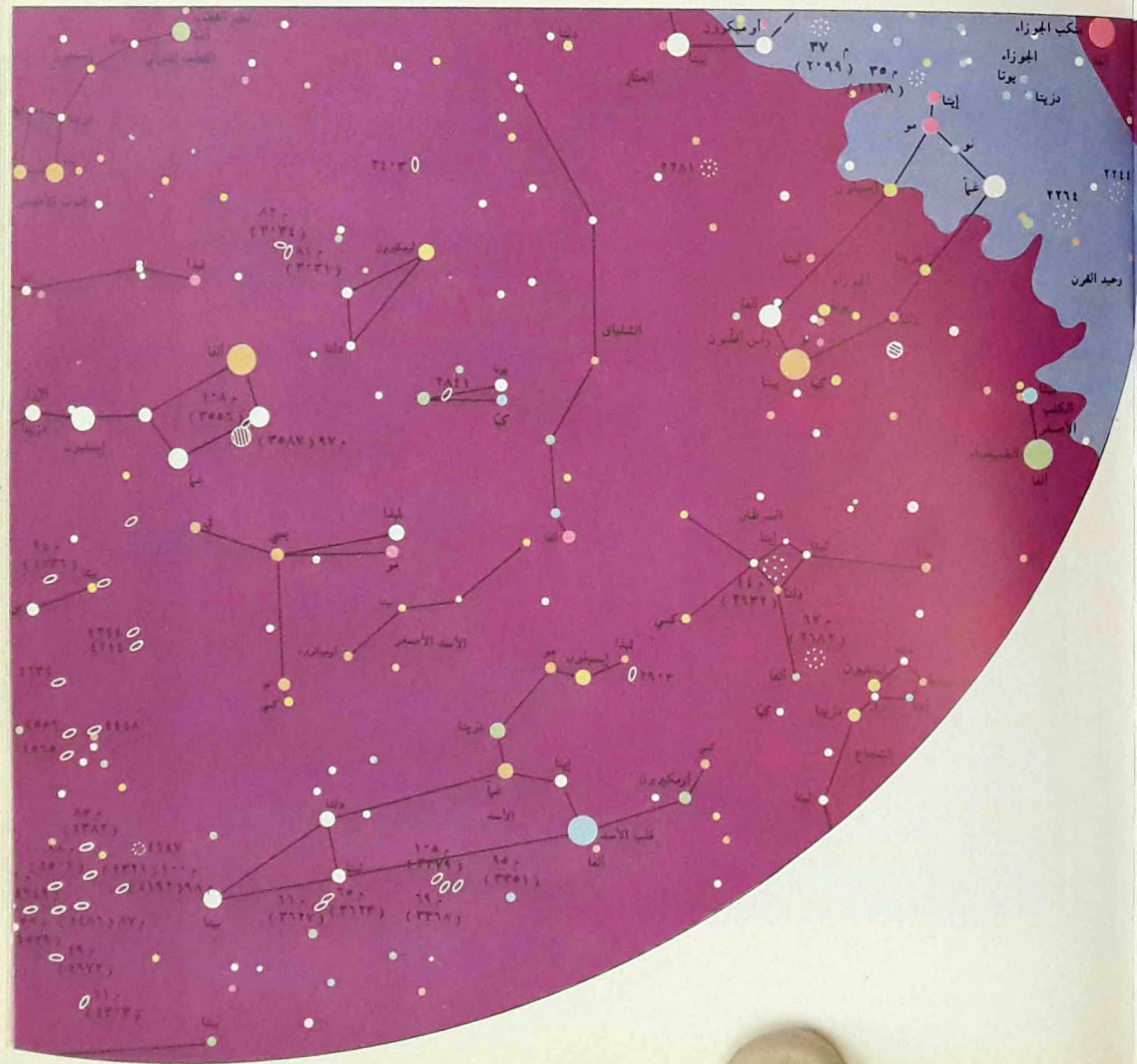
من السهل العثور على
القطب السماوي الشمالي .
لأن نجم القطب يقع على بعد
درجة واحدة منه تقريباً .
ويمكن العثور على نجم
القطب بتتبع خط المؤشرين ،
المراق والدبة . في الدب
الأكبر . لما كانت الأرض تدور
من الغرب الى الشرق . يظل
القطب السماوي ثابتاً . بينما
تبدو الأجرام الأخرى جميعها
دائرة حوله ببطء . يتغير
موقع القطب بحسب موقع
الناظر اليه . وهو يرى في
سمت الرأس . وفي القطب
الشمالي وحده . مثلما القطب
السماوي هو امتداد لمحور
الأرض . كذلك خط الاستواء
السماوي هو امتداد لخط
الاستواء الأرضي . فالنجم
الموجود على خط الاستواء
السماوي يبرز . من الشرق
ويغيب في الغرب بعد ١٢
ساعة .



يظهر بالمرقب كنجـم مزدوج جميل . من شمالي أوروبا وأقصى شمالي الولايات المتحدة . يبدو الدب الأكبر محيطاً بالقطب . مما يعني أنه لا يغرب أبداً . وأنه بالتالي مفيد جداً لتحديد مواقع النجوم والكوكبات .

من الجاثي (هرقل) الى العذراء
أكثر النجوم ضياء في كوكبة الجاثي

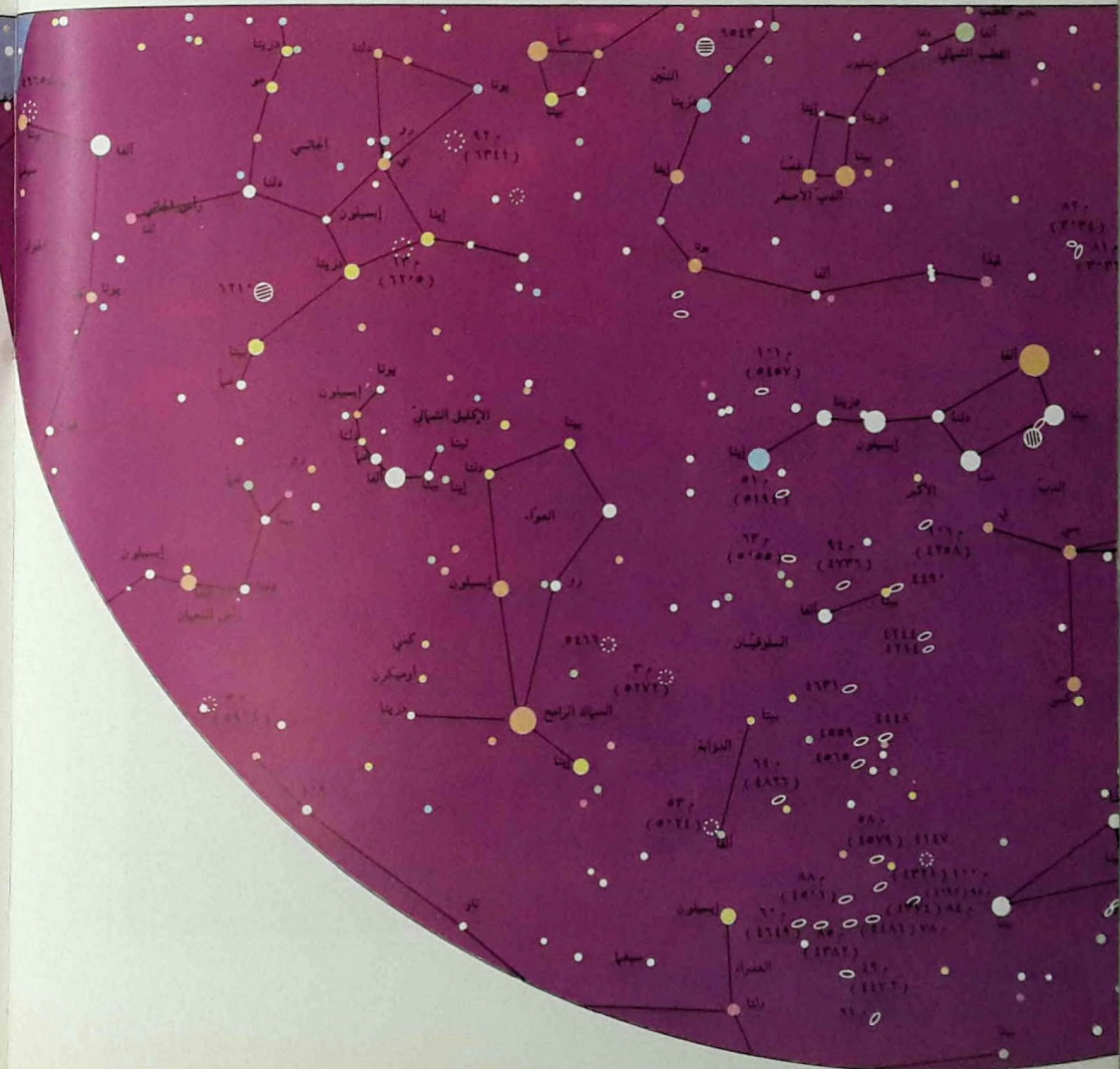
وصفهم للنجوم صحيحاً (وهذا غير أكيد إطلاقاً) . فيجب أن يكون نورالمغرز قد بهت الى حد كبير منذ ذلك الحين . النجم ألفا أو الدبة هو أكثر النجوم الهادية الى القطب الشمالي اشرقاً . وهو ذو لون برتقالي . لون النجوم الأخرى أبيض أو أبيض مائل الى الزرقاء . يقع بقرب المئزر . اوزيتا . نجم أضعف منه هو الخوار . وهذا ما يجعل المئزر



أجملهما . لكن مرقباً صغيراً يكفي لتفكيك أطرافها الى النجوم التي تتألف منها .

إذا تتبعنا المقوس الذي يرسمه ذيل الدب الأكبر . نصل الى السماك الراح . النجم الساطع في كوكبة العواء أو الراعي . السماك الراح أكثر نجوم نصف الكرة السماوية الشمالي ضياء . قدره ٠.٠٦ . ولونه برتقالي فاتح . وطيفه من نوع بو . يبلغ بعده عن

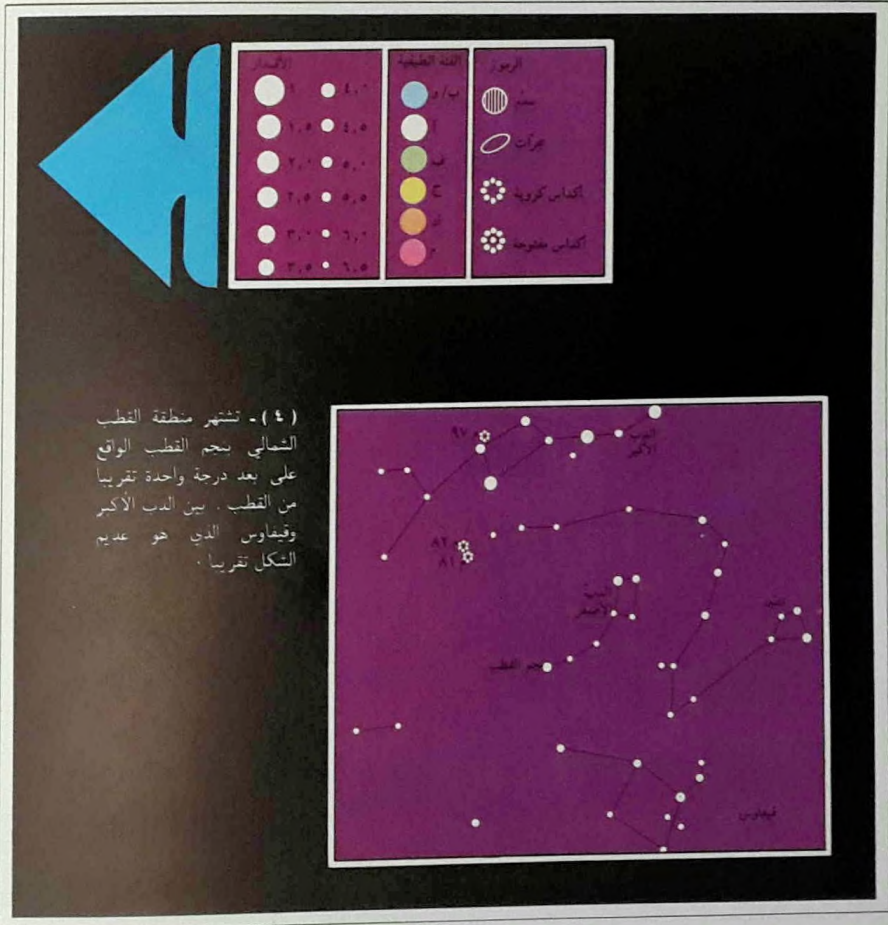
الكبيرة والمعقدة الشكل هو بيتا الذي يزيد عن القدر الثالث سطوعاً . هناك أيضاً ألفا أو رأس الجاثي . وهو نجم متغير شبه منتظم يقع بين القدرين الثالث والرابع . ويبدو نجماً عملاقاً أحمر . يرافقه نجم صغير مخضر اللون يرى بالمراقب الصغيرة . غير أن أطرف ما في كوكبة الجاثي المجموعتان الكرويتان م ١٣ و م ٩٢ . ترى م ١٣ بالعين المجردة . وهي



دليل النجوم: النصف الشمالي (٣)

ذات الكرسي : الكوكبة الرئيسية
النجم الأوسط في الشكل W ، وهو غمّا
ذات الكرسي ، متغير غير منتظم . يكون
عادة على عتبة القدر الثاني ، لكنه يتوهج
أحياناً فجأة حتى القدر ١,٦ . كما حدث عام
١٩٦٦ . طيفه غريب من نوعه ، وهو ينم عن
نجم عديم الاستقرار . ألفا أو الصدر نجم له
طيف من نوع بو ، ويظن أن بريقه بطيء

تأتي كوكبة ذات الكرسي ، التي تظهر
نجومها الرئيسية بشكل W أو شكل M
واضح . بعد الدب الأكبر مباشرة من حيث
الأهمية . في كوكبات أقصى الشمال .



عنقودين متفتحين لهما منظر رائع . لكل
عنقود قطر يبلغ ٧٥ سنة ضوئية . وهو يقع
على مسافة ٧٠٠٠ سنة ضوئية من الأرض .

من مُمسك الأعنة الى المثلث
تنساب مجرة درب التبانة عبر ذات
الكرسي والجبار ممتدة الى مسك الأعنة .
حيث النجم الرئيسي هو العيوق الذي يقع في

التغير . أما بيتا ، فهو نجم ثابت قدره ٢,٣ .
في الشكل W نجمان متجهان نحو
كوكبة الجبار التي تحتوي على نجم من القدر
الثاني أو ألفا أو المرفق ، كما تحتوي على بيتا
أو رأس الغول . وهو نجم شهير مزدوج
يتعرض للخصوف ويتراوح قدره بين ٢,٢
و ٣,٥ . لعل أكثر ما يلفت النظر في كوكبة
الجبار ما يظهر في المجال المرقبي بشكل



تقع كوكبة الثور الى جانب ممسك
الأعنة . أهم نجومها الذبران ، وهو نجم
برتقالي اللون من القدر الأول . يقع على
إمتداد خط نجوم حزام الجوزاء الثلاثة الواقعة
في نصف الكرة الجنوبي . يحتوي الثور على
أشهر عناقودين متفتحين من النجوم في السماء ،
هما الثريا والقلاص . كما يحتوي أيضاً على
سديم السرطان م ١ وعلى نجم زيتا القرب

الجهة المقابلة للقطب السماوي ويبلغ تألقه
تألق النسر الواقع . يبعد العنق مسافة ٤٥
سنة ضوئية عن الأرض . وظيفه من نوع طيف
النجم . مع أنه نجم عملاق يفوق الشمس
ضياء . يشكل أبيلون ممسك الأجنة رأس
المثلث وهو نجم مزدوج . النجم القريب منه .
زيتا ممسك الأجنة . هو مزدوج أيضاً . وله
خسوف طويل الأمد (٩٧٢ يوماً) .



فهو أقل سطوعاً من النجمين السابقين

من الجُجُجُ إلى الشعبان

الجُجُجُ جزء من كوكبة السفينة التي تحمل اسم تلك السفينة القديمة التي ركبها البطل الأسطوري الأغريقى جازون ورفاقه للبحث عن جُزء الصوف الذهبية . لكن كوكبة السفينة كانت كبيرة الى درجة أنها تجزأت

الى ثلاث كوكبات ، الجُجُجُ والكوثل والأشعة . يحتوي الجُجُجُ على عدد كبير من النجوم الساطعة ، منها سهيل ، وهو عملاق أعظم من نوع ف يبلغ قدره - ٠.٧ . كذلك يحتوي على الجرم العجيب ايتا ، وهو متغير يغلفه سديم . بلغ بين عامي ١٨٣٤ و ١٨٤٤ بقدر لا يتجاوز - ٠.٧ مصف أكثر نجوم السماء تألقاً . لكنه انخفض قدره منذ أكثر من



قرن. الى ٧.٧، وهو دون مدى الرؤية بالعين المجردة .

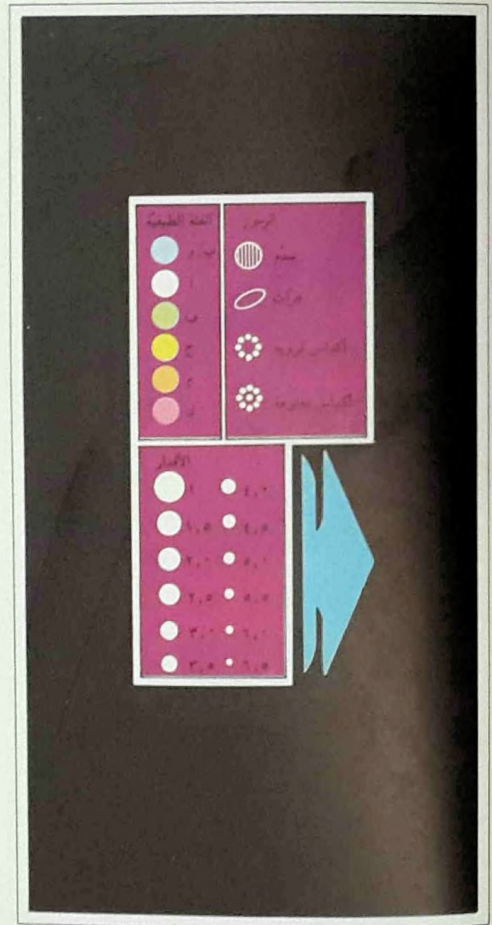
هناك نجم يسمى بالصليب الكاذب، وهو مؤلف من نجمين في الجؤجؤ ونجمين في الأشرطة . وجميعها من القدر الثاني .

من الثعبان الى العقرب

كوكبة الثعبان منطقة قاحلة في السماء .

غير انها تحتوي على النجم المسمى الفرد . وهو مائل الى الحمرة ومن القدر الثاني . ويبدو بارزا ومنعزلا معا وسط اطاره القاحل . تظهر هنا ايضا كوكبة الغراب الرباعية الشكل . كما يرى جزء من كوكبة العذراء مع نجمها من القدر الاول . السنبلة . ونجمها الآخر غمًا او العرش . المزدوج الجميل .

تحيط تقريبا بنعيم كوكبة قنطورس . وهي ايضا مجموعة رائعة تحتوي على عدد كبير من النجوم الساطعة . نجمها ألفا الذي يسمى احيانا رجل القنطورس هو مزدوج جميل . يمكن لأي مرقب صغير التمييز بين نصفه بسهولة . مسافته . البالغة ٤.٣ سنوات ضوئية . تجعل منه اقرب النجوم الساطعة الى الارض . اما رفيقه القزم الباهت بروكسيما . فهو اقرب نجم الى الارض اطلاقا . يضاف الى ألفا قنطورس بيتا قنطورس البعيد . البالغ قدره - ٤.٣ . والذي يفوق ضياؤه ٤٠٠٠ ضعف ضياء الشمس والذي له لون ابيض مائل الى الزرقة . تقع ايضا في قنطورس اوميغا . اجمل المجموعات الكروية قاطبة . بالعين المجردة . لا ترى اوميغا الا كبقعة غير واضحة المعالم . لكن مرقبا صغيرا يكفي لمشاودتها بوضوح . في هذه الخريطة ترى ايضا كوكبة العقرب التي تعتبر اكثر الكوكبات وضوحا في دائرة البروج ومن الكوكبات القليلة التي ينطبق اسمها عليها . قوامها خط طويل من نجوم اكثرها ساطع . نجمها الاكثر سطوعا هو قلب العقرب . وهو عملاق احمر . قطره حوالي ٤٢٠ مليون كلم . ويبلغ بعده عن الارض مسافة ٤٠٠ سنة ضوئية . وضياؤه ٥٠٠٠ مرة تقريبا ضياء الشمس . وهو يظهر فوق الافق في اكثر انحاء اوروبا .



الرامي . على بعد ٢٢٠٠٠ سنة ضوئية تقريبا
من الارض .

دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)

الرامي : الكوكبة الرئيسية

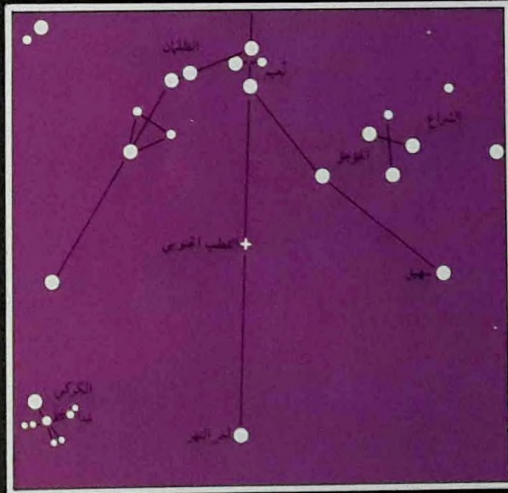
ليس من الصعب التعرف الى كوكبة
الرامي . فهي تحتوي على عدد كبير من
النجوم الساطعة . وان كانت تفتقر الى نجوم
من القدر الاول . شكلها لا يحدد بسهولة .

الكميات الكبيرة من الغبار المتراكم في
مستوي المجرة الرئيسي تمنع النظر من
اختراقها لمشاهدة مركز المجرة . لكن موقع هذا
المركز معروف على الأقل . فهو يقع وراء غيوم



الأبعاد	اللون الطبيعي	الرموز
١ ١.٥ ٢.٥ ٣.٥ ٤.٥ ٥.٥ ٦.٥ ٧.٥ ٨.٥ ٩.٥ ١٠.٥ ١١.٥ ١٢.٥ ١٣.٥ ١٤.٥ ١٥.٥ ١٦.٥ ١٧.٥ ١٨.٥ ١٩.٥ ٢٠.٥ ٢١.٥ ٢٢.٥ ٢٣.٥ ٢٤.٥ ٢٥.٥ ٢٦.٥ ٢٧.٥ ٢٨.٥ ٢٩.٥ ٣٠.٥ ٣١.٥ ٣٢.٥ ٣٣.٥ ٣٤.٥ ٣٥.٥ ٣٦.٥ ٣٧.٥ ٣٨.٥ ٣٩.٥ ٤٠.٥ ٤١.٥ ٤٢.٥ ٤٣.٥ ٤٤.٥ ٤٥.٥ ٤٦.٥ ٤٧.٥ ٤٨.٥ ٤٩.٥ ٥٠.٥ ٥١.٥ ٥٢.٥ ٥٣.٥ ٥٤.٥ ٥٥.٥ ٥٦.٥ ٥٧.٥ ٥٨.٥ ٥٩.٥ ٦٠.٥ ٦١.٥ ٦٢.٥ ٦٣.٥ ٦٤.٥ ٦٥.٥ ٦٦.٥ ٦٧.٥ ٦٨.٥ ٦٩.٥ ٧٠.٥ ٧١.٥ ٧٢.٥ ٧٣.٥ ٧٤.٥ ٧٥.٥ ٧٦.٥ ٧٧.٥ ٧٨.٥ ٧٩.٥ ٨٠.٥ ٨١.٥ ٨٢.٥ ٨٣.٥ ٨٤.٥ ٨٥.٥ ٨٦.٥ ٨٧.٥ ٨٨.٥ ٨٩.٥ ٩٠.٥ ٩١.٥ ٩٢.٥ ٩٣.٥ ٩٤.٥ ٩٥.٥ ٩٦.٥ ٩٧.٥ ٩٨.٥ ٩٩.٥ ١٠٠.٥	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠	سحب مجرات أكياس كروية أكياس مفلوجة

لا تحتوي منطقة
القطب الجنوبي على نجوم
ساطعة . لكنها محاطة
بكوكبات متألقة كشمس
والظلمان (القنطورس) .



الجنوبية « الأربعة » وهي الكركي والطاوس والطوقان والعنقاء . من المسلم به ان هذه المنطقة غامضة . لأن للكركي وحده شكلا واضحا : فهو في الحقيقة يشبه كركيا يطير . نجما الرئيسيان ، ألفا او النير (وقدره ٢,١) وبيتا (وقدره ٢,٢) مختلفان كل الاختلاف . فالنير ابيض مائل الى الزرقاء . بينما بيتا برتقالي اللون . ويبرز هذا الفرق بوضوح .

وقد شبهها بعض ذوي المخيلة الخصبة بأبريق الشاي . انها تجاور حمة العقرب . الذي يقع بينه وبين النجم الرئيسي في الرامي (ابيسلون الرامي او القوس الجنوبية) عنقودان متفتحان . هما م٦ و م٧ .

من نعيم الى الجدي

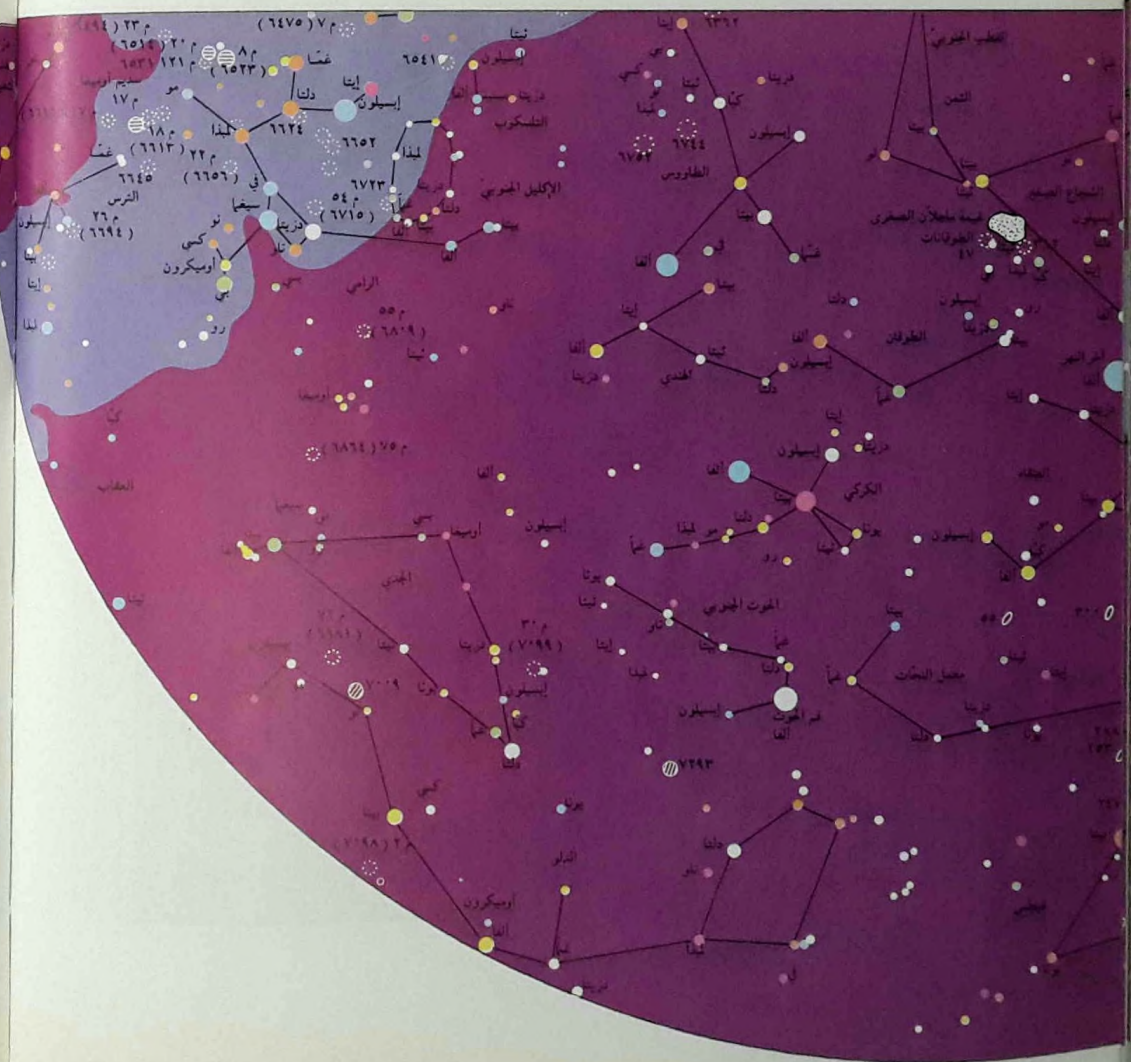
ترى على هذه الخريطة « الطيور



نصل اخيرا الى كوكبتين باهتتين من
دائرة البروج . هما الدلو والجدي . ليس في
الدلو الا القليل مما يثير الاهتمام ما عدا
عنقوده الكروي م^٢ . اما في الجدي . فهناك
المزدوج ألفا وبيتا المزدوج الكبير .

من قيطس الى الجوزاء
قيطس كوكبة طويلة يقع القسم الاكبر

عندما يُنظر اليهما من خلال منظار او
مرقب . بالقرب من الكركي يقوم الحوت
الجنوبي مع نجمه الرئيسي فم الحوت الواقع
على بعد ٢٣ سنة ضوئية عن الارض والذي
هو من القدر الاول و يفوق ضياؤه ١٥ مرة
ضياء الشمس . الطوقان أقل الطيور الاربعة
سطوعا . لكنه يحتوي على مزدوج جميل .
هو بيتا . وعلى عنقود كروي .

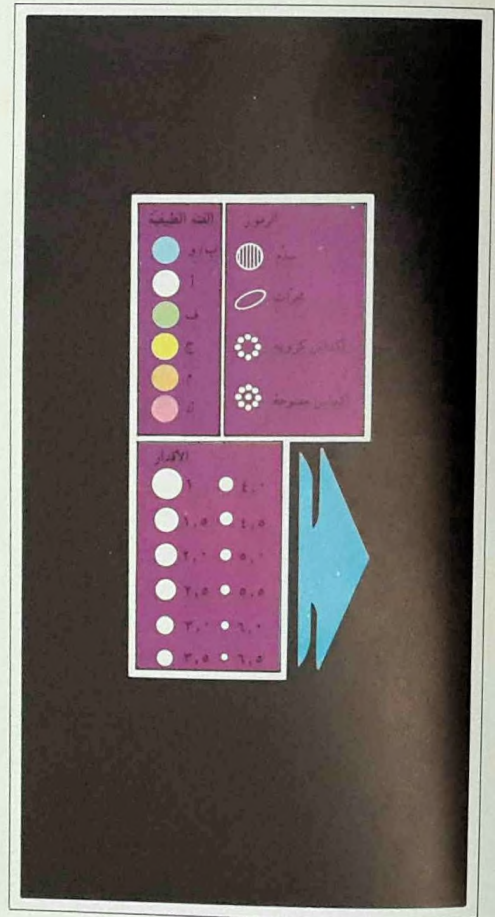


انه نجم متغير منذ عام ١٦٣٨ . مع ذلك لا يرى بالعين المجردة في القسم الاكبر من السنة . وهو عملاق احمر ولونه بارز جدا .

بالقرب من نجم العنقاء يقع نجم آخر النهر . وهو النجم الوحيد المتألق في كوكبة النهر الطويلة التي تشق طريقها من نقطة قريبة من القطب الجنوبي الى تخوم الجوزاء . يبعد آخر النهر (قدره - ١,٣) عن الارض مسافة ٧٥ سنة ضوئية . ويبلغ ضياؤه ٢٥٦ ضعفا ضياء الشمس . الى ابعد من ذلك . على طول خط النهر . تقع ثيتا . وهي نجم مزدوج جميل . ويظن انها . كراس أفلون في التوأمين والمغرز في الدب الاكبر . قد خبت خلال الازمنة القديمة التاريخية . لأن قدماء الفلكيين صنفوها في القدر الاول . وهي الآن دون القدر الثالث .

باعتبارنا من القطب الجنوبي نشاهد غيمتي مجلآن البارزتين . اللتين لا يستطيع المراقبون في اوربا والولايات المتحدة ان يروهما . الغيمتان نظامان خارجيان . مع انهما تبدوان لأول وهلة كما لو كانتا قد انشقتا عن درب التبانة . يبلغ بعدهما عن الارض ١٥٠.٠٠٠ سنة ضوئية . وهما بالتالي ابعد الاشياء التي يمكن للعين المجردة ان تراها بوضوح . باستثناء المجرة اللولبية م ٣١ . الجوزاء التي يقسمها خط الاستواء السماوي يُمكن ان تُرى من اي نقطة من الارض . يمر خط الاستواء بالقرب من دلتا او « المنطقة » في الحزام . بحيث تقع رجل الجوزاء اليسرى الساطعة في نصف الكرة الجنوبي . رجل الجوزاء اليسرى (قدرها - ٧) نجم متألق يظن ان قوته تساوي ما يقارب ٤٩.٠٠٠ مرة قوة الشمس .

منها في نصف الكرة الجنوبي . مع ان رأسها يقع مباشرة شمالي خط الاستواء . فيها نجم من القدر الثاني . هو بيتا او الضفدع الذي يظن انه نجم متغير . يقع فيها ايضا أوميكرون او الاعجوبة . اشهر النجوم المتغيرة الطويلة المدة في السماء . مدته ٣٣١,٦ يوما . ويتعدى عند اقصى لمعانه القدر الثاني . ثم ينحدر عند ادناه الى القدر العاشر . وقد عرف



خرائط النجوم الفصليّة الشماليّة

يمكن للمراقب في نصف الكرة الأرضية الشمالي ان يرى جميع نجوم السماء الشمالية في بحر السنة . الخرائط الظاهرة هنا ثلاث مراقبين قاطنين بين خطي العرض الشماليين ٢٠ و ٥٠ (٧) .

حدود الرؤية

يتقدم طلوع النجوم كل شهر ساعتين تقريبا . هكذا تكون الخريطة المرسومة الساعة ٢٢ من أول يناير هي ذاتها خريطة الساعة ٢٠ من أول فبراير وخريطة الساعة ١٨ من أول مارس ، وهكذا دواليك . جميع الاوقات المدونة الى جانب الخرائط هي اوقات غرينتش الوسطية ، بقطع النظر عن التعديلات الطارئة . كتعديل الوقت الصيفي

١ يناير : الساعة ٢٢
١٥ يناير : الساعة ٢٢
٢١ يناير : الساعة ٢١
١ أكتوبر : الساعة ٢٠
١٥ أكتوبر : الساعة ٢٠
٣٠ أكتوبر : الساعة ٢٠

٢

١

ج

ع

ش



١ مارس : الساعة ٢٢
١٥ مارس : الساعة ٢٢
٢١ مارس : الساعة ٢١
٥ نوفمبر : الساعة ٢٠
١ ديسمبر : الساعة ٢٠
١٥ ديسمبر : الساعة ٢٠

مقيم في خطوط العرض الشمالية . تنطبق
الأوصاف المذكورة هنا على السماء في آخر
الأمسية (كما تبدو السماء مثلما كانت قبل
ثلاثة أشهر) . لا بد لخرائط من هذا النوع أن
تتضمن بعض التشوه . لكنها ، إذا لم تستعمل
الا كوسائل استدلال ، تظل وافية بالمرام .

نجوم الخريطة الاولى

في الشتاء ، تهيم على المشهد الجنوبي

في بعض البلدان . يقال عن النجم الذي لا
يأفل انه « محيط بالقطب » . على هذا ،
يكون الدب الأكبر محيطا بالقطب من
انجلترا ، بينما لا يصح هذا في السماك
الرامح تقاس حدود رؤية النجم من اية نقطة
من خطوط العرض استنادا الى الميل الزاوي
لذلك النجم .

تبدو في الخرائط مظاهر السماء الجنوبية
(ج) والشمالية (ش) ، مثلما تبدو لمراقب



ش



١ يناير : الساعة ٢٣,٣٠
١٥ يونيو : الساعة ٢٢,٣٠
٣ يوليو : الساعة ٢١,٣٠
١ أبريل : الساعة ٢٠,٣٠
١٥ أبريل : الساعة ١٩,٣٠
٣٠ أبريل : الساعة ١٨,٣٠

١ مايو : الساعة ٢٣,٣٠
١٥ مايو : الساعة ٢٢,٣٠
٣ مايو : الساعة ٢١,٣٠
١٥ يونيو : الساعة ٢٠,٣٠
١ أبريل : الساعة ١٩,٣٠
١٥ أبريل : الساعة ١٨,٣٠



ج



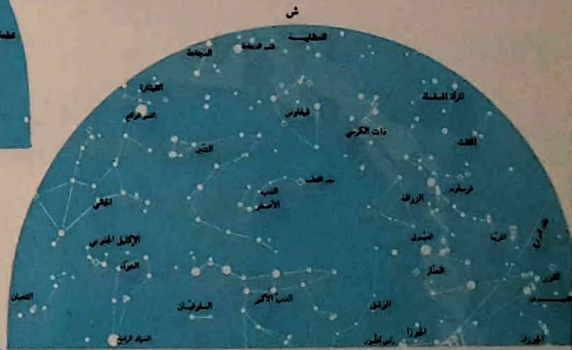
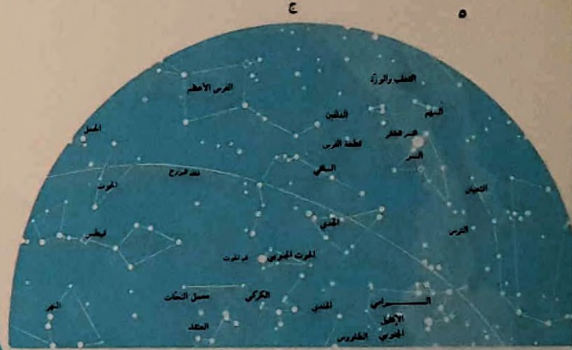
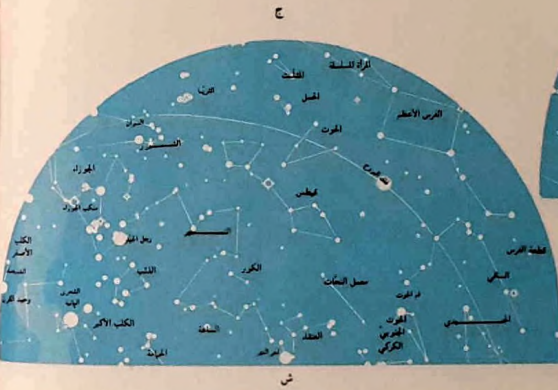
الذبران مثلا . باتباع خط لنجومها الثلاثة
المتجه الى فوق .

تبرز مجموعة منجل الأسد في الشرق
(ترى هنا موزعة على الخريطين) وفي
الشمال الشرقي يقع الدب الاكبر . وهو دليل
آخر ممتاز يساعد على التعرف الى كوكبات
مختلفة . فمؤشراته تدلان على الطريق المؤدية
الى نجم القطب (ألفا الدب الأصغر) الذي
هو من القدر الثاني ويقع على أقل من درجة

الجوزاء وحاشيتها . يكون العنوق في السم
تقريبا . أي فوق الرأس . وتكون الشعرى
اليمانية في أقصى لمعانها . النجوم الأخرى
الواقعة في المنطقة العامة للجوزاء هي الذبران
ورأس أفلون ورأس هرقل والغميضاء . الجوزاء
ذاتها تحتوي على نجمين رئيسيين ساطعين
هما الرجل بلونه الأبيض ومنكب الجوزاء
البرتقالي الأحمر الجوزاء دليل ممتاز الى
المجموعات الأخرى . فيمكن العثور على

١ نوفمبر : الساعة ٢٣.٣٠
١٥ نوفمبر : الساعة ٢٢.٣٠
٣٠ نوفمبر : الساعة ٢١.٣٠
١٥ ديسمبر : الساعة ٢٠.٣٠
٣٠ ديسمبر : الساعة ١٩.٣٠
١٥ يناير : الساعة ١٨.٣٠

٦



١ يناير : الساعة ٢٣.٣٠
١٥ يناير : الساعة ٢٢.٣٠
٣٠ يناير : الساعة ٢١.٣٠
١٥ فبراير : الساعة ٢٠.٣٠
٣٠ فبراير : الساعة ١٩.٣٠
١٥ مارس : الساعة ١٨.٣٠

في الأفق (في أمسيات الشتاء) . وعندما يحل
النسر الواقع في السمـت . يكون العيوق في
الأفق (في أمسيات الصيف) .

النجوم على الخرائط ٦ - ٢

في أمسيات الربيع (الخريطة ٢) .
تكون الجوزاء ما تزال مرئية فوق الأفق . ويكون
الأسد عالياً مع العذراء الى الشرق . ويكون
العيوق منحدرًا في الشمال الغربي والنسر
الواقع طالعا في الشمال الشرقي . ويبقى الذبران
والثريا مرئيين بوضوح .

في أوائل الصيف (الخريطة ٣) . تكون
الجوزاء قد أفلت . بينما يظل رأس أفلون
ورأس هرقل مرئيين ؛ كذلك يكون النسر
الواقع قد طلع . ويكون العيوق هابطاً والدب
الأكبر ليس بعيداً عن السمـت .

في أمسيات الصيف (الخريطة ٤) . يحل
في السمـت النسر الواقع . الذي يمكن تمييزه
بوضوح . لسطوعه ولونه الضارب الى الزرقة .
ويظهر ما يسمى بالثلث الصيفي (النسر
الواقع في القيثارة وذنب الدجاجة في الدجاجة
والنسر الطائر في النسر) بمظهر جميل ؛
كذلك يظهر أيضاً في الجنوب قلب العقرب في
العقرب والغيوم النجمية في الرامي المتجهة نحو
مركز مجرتنا .

في الخريف (الخريطة ٥) . يكون مربع
الفرس الأعظم عالياً . وما يزال الثلث الصيفي
مرئياً . كما يكون الدب الأكبر في أدنى
مواقعه .

أما في أول الشتاء (الخريطة ٦) . فما
يزال الفرس الأعظم عالياً . ويكون النسر
الواقع ورفقاؤه يهونون (نحو الأفق الشمالي
الغربي) .

من القطب السماوي بحيث أن ميله الزاوي
يتعدى + ٨٩ . يبدو النسر الواقع في أدنى
مواقعه . وهو لا يُرى على الخريطة الأولى .
فهو محيط بالقطب اذا ما نظر اليه من
انجلترا . لكنه لا يُرى من منطقة نيويورك .
يصطف النسر الواقع ونجم القطب العيوق على
خط واحد تقريبا . يكون فيه نجم القطب
في موقع وسطي . على هذا . عندما يكون
العيوق في السمـت تقريبا . يكون النسر الواقع



(٧) - من خطوط العرض
الشمالية هذه . يمكن ان ترى
النجوم الظاهرة في صفحات
هذا القطع .

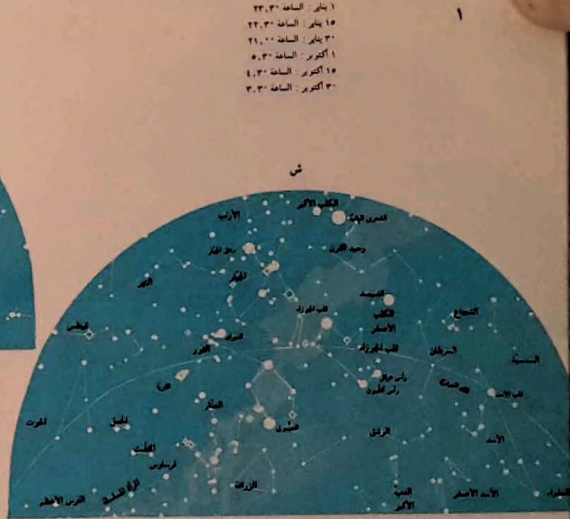
خرائط النجوم الفصليّة الجنوبيّة

أشكال الخريطة الأولى

في أمسيات يناير، والوقت صيف في نصف الكرة الجنوبي تكون الجوزاء عالية في السماء، ورجل الجبار أعلى من منكب الجوزاء، بينما تشير نجوم الحزام الى الشعري اليمانية (فوقها) والى الذبران (تحتها). كذلك تظهر السفينة للعيان بكاملها. كان علماء الفلك قد اعتبروا ان مراقبة هذه الكوكبة الهائلة ليست بالأمر السهل.

تبدو السماء في الجنوب الأقصى أكثر أهمية للمراقبة الفلكية منها في الشمال الأقصى. ففي الجنوب الأقصى، عدد من المجموعات الساطعة التي لا ترى من معظم بلدان أوروبا والولايات المتحدة.

١ يناير : الساعة ٢٢.٣٠
١٥ يناير : الساعة ٢٢.٣٠
٣٠ يناير : الساعة ٢١.٠٠
١ أكتوبر : الساعة ٥.٣٠
١٥ أكتوبر : الساعة ١.٣٠
٣٠ أكتوبر : الساعة ٣.٣٠



١ مارس : الساعة ٢٢.٠٠
١٥ مارس : الساعة ٢٢.٠٠
٣٠ مارس : الساعة ٢١.٠٠
١ يونيو : الساعة ٥.٣٠
١٥ يونيو : الساعة ١.٣٠
٣٠ يونيو : الساعة ٣.٣٠
١٥ يناير : الساعة ٢٢.٣٠

على الخريطة الأولى ، وفي الجنوب الشرقي منها ، تظهر كوكبة نعيم ، أو الصليب ، وهي أشبه بطائرة ورقية منها بصليب . انها أصغر كوكبات السماء الواحدة والتسعين ، لكنها متراسة جداً . صُنِّفَ اثنتان من نجومها (ألفا وبيتا) في القدر الأول ، وصُنِّفَ الثالث (غمّا) دونهما بقليل ، أما الرابع ، فهو أضعف الثلاثة بكثير . تكفي نظرة عابرة الى هذه النجوم الأربعة الرئيسية

فقسّموها أجزاء ، أهمها الجوّجُو والأشربة والكوثل . يحتوي الجوّجُو على سهيل ، وهو النجم الثاني في السماء من حيث السطوع . ويكون عالياً جداً في امسيات يناير . انه لا يضاھي مظهراً الشعري اليمانية في السطوع ، مع ان قدره الظاهر ٠.٧ وقدرها الظاهر ١.٤٧ لكنه يفوقها ضياءً في الواقع ، اذ يقع على بعد من الأرض يفوق بعدها عنها بعشرة اضعاف ، كما يفوق ضياؤه ضياء الشمس بألفي ضعف .

ش

٤

٣

١ مايو : الساعة ٢٢,٣٠
١٥ مايو : الساعة ٢٢,٣٠
٣٠ مايو : الساعة ٢١,٣٠
١٤ فبراير : الساعة ٤,٣٠
٢٨ فبراير : الساعة ٣,٣٠
١٥ مارس : الساعة ٢,٣٠



ع



ج



١ يوليو : الساعة ٢٢,٣٠
١٥ يوليو : الساعة ٢٢,٣٠
٣٠ يوليو : الساعة ٢١,٣٠
١٤ أبريل : الساعة ٤,٣٠
٢٨ أبريل : الساعة ٣,٣٠

يقع آخر النهر . في كوكبة النهر . الى الجنوب الغربي . لعل خير وسيلة لتحديد موقع القطب السماوي الجنوبي هي أن ننظر الى منتصف الطريق بين آخر النهر ونعيم . اذ ليس من نجوم ساطعة حقاً فيه تساعد على تحديد هذا الموقع .

الخريطتان الثانية والثالثة

في أمسيات مارس (الخريطة ٢) .

للتثبت من أن نجم غمّا هو برتقالي (طيفه م) وأن الثلاثة الباقية بيضاء (طيفها ب) . هناك مؤشران يدلان على نعيم . هما ألفا وبيتا الظلمان . ألفا الظلمان أكثر نجوم السماء سطوعاً باستثناء الشعري اليمانية وسهيل . وتقع على مسافة ٤.٣ سنوات ضوئية من الأرض . وهي مزدوج جميل يمكن لمراقب صغير تمييز جزئيه . ألفا نعيم هي أيضاً مزدوج جميل .

ش

٦

١ - شهر : الساعة ٢٣.٣٠
١٥ - شهر : الساعة ٢٢.٣٠
٣٠ - شهر : الساعة ٢١.٣٠
١٥ - شهر : الساعة ٢٠.٣٠
١ - شهر : الساعة ١٩.٣٠
١٥ - شهر : الساعة ١٨.٣٠



ع



١ - شهر : الساعة ٢٣.٠٠
١٥ - شهر : الساعة ٢٢.٣٠
٣٠ - شهر : الساعة ٢١.٣٠
١٥ - شهر : الساعة ٢٠.٣٠
١ - شهر : الساعة ١٩.٣٠
١٥ - شهر : الساعة ١٨.٣٠

ش



ع



ينحدر سهيل في الجنوب الغربي ، ويبلغ نُعَيْمُ أعلى ارتفاعه ، ويشكل الاثنان مع المؤشرين مجموعة رائعة . على مقربة من هذه المجموعة . يظهر عنقود أوميغا الظلمان الكروي الرائع ، وهو أجمل عنقود من نوعه في السماء قاطبة . تبدو مجرة درب التبانة غنية جداً بالنجوم في جميع انحاء هذه المنطقة . حتى ان منظاراً عادياً يكفي لرؤية كيس الفحم بوضوح ، الذي هو كناية عن فسحة

قاحلة خالية مطهراً من أي نجم . في أُمسيات مايو (الخريطة ٢) . ترى ألفا وبيتا الظلمان عالياً في السماء مع نُعَيْمُ . كما يُرى سهيل في الجنوب الغربي . لكن الجوزاء والشعري اليمانية تكونان قد أفلتتا . بينما يكون السماك الرامح بارزاً في الشمال مع السنبلة والعذراء على مقربة من السمّ : في هذه الفترة يكون العقرب مهيمناً . تبدو فئة العقرب فئة رائعة بسلسلتها الطويلة من النجوم المتألقة . وأكثر ما يلفت النظر فيها عملاقها الأحمر قلب العقرب . في هذه المنطقة أيضاً . عناقيد نجمية مفتوحة ساطعة .

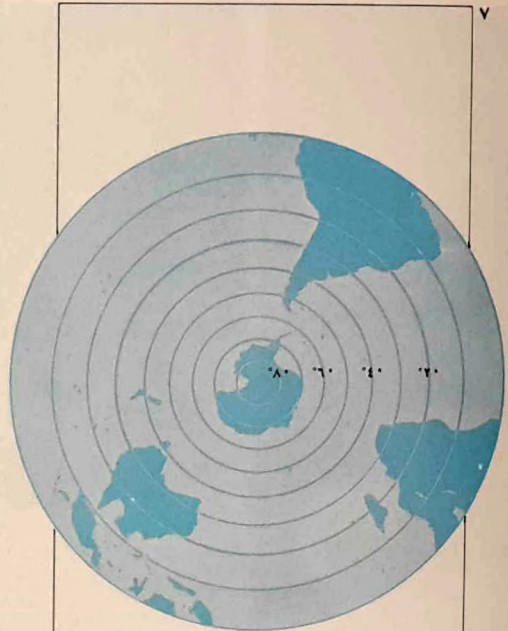
Digitized by Ahmed Barod

الخرائط الرابعة والخامسة والسادسة

في الخريطة الرابعة . يقع العقرب بالقرب من السمّ . ويظل نُعَيْمُ والظلمان بارزين في القسم الجنوبي من السماء . كما ترى النجوم الشمالية الساطعة : النسر الواقع والنسر الطائر وذنب الدجاجة والسماك الرامح . لكن سهيل يكون في أدنى مواقعه وغائباً عن السماء لمدة قصيرة .

في الخريطة الخامسة . يُرى الفرس الأعظم عالياً في الشمال . وتظل رؤية النسر الواقع والنسر الطائر وذنب الدجاجة ممكنة . ويكون فم الحوت عند السمّ تقريباً : أما العقرب . فينحدر في الجنوب الغربي . ويكاد نُعَيْمُ يختفي عن البصر .

في الخريطة السادسة . تعود الجوزاء الى الظهور ومعها الشعري اليمانية وسهيل والنجوم المجاورة الأخرى . وعندما يعود نُعَيْمُ والظلمان أيضاً الى الظهور . تبدو السماء الجنوبية اذ ذاك في أحسن حالات سطوعها .



(٧) - من خطوط العرض الجنوبية هذه يمكن ان ترى النجوم المرسومة على صفحات هذا القطاع .

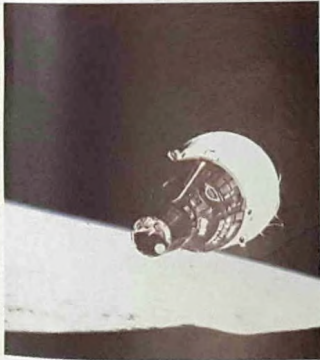
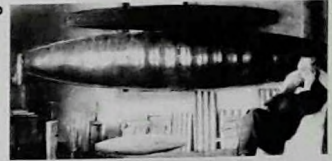
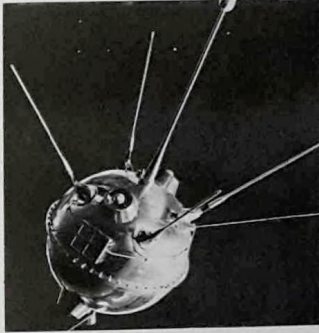
تاريخ النجرات الفضائية

قصته مأخذ الجد . كذلك كتب كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) قصة رحلة فضائية نشرت عام ١٦٣٤ . يتم فيها انتقال رائد الفضاء الى القمر على يد شيطان خدوم .

الصواريخ الفضائية الاولى

كان الرائد النظري الكبير للملاحة الفضائية ك . أ . تسيولكوفسكي (١) الروسي الذي ظهرت اولى مقالاته حول الموضوع عام

ليست فكرة الوصول الى عوالم أخرى بحدیثة العهد (١٩) . فنحن نعلم ان الكاتب الهجائي . في القرن الثاني قبل الميلاد . لوقيانوس الساموزاتي . قد كتب قصة تروي رحلة الى القمر . وان لم يكن يود ان تؤخذ



اطلقت مركبته فوستوك ١ في ١٢ ابريل . وقامت بدورة كاملة حول الارض . (٧) - ١٩٦١ . كان ألان شتارد اول امريكي يجول في الفضاء في مركبة بالنسبة في الخامس من مايو . وقد دامت جولته هذه ١٥ دقيقة . (٨) - ١٩٦٢ . قام تلسنار ١ . وهو اول قمر اصطناعي للمواصلات . بتأمين أول ترحيل تلفزيوني عبر المحيط

صاروخ آخر . بلغ هذا الجهاز ارتفاعا قدره ٣٩٣ كلم . (٤) - ١٩٥٧ . اطلق الاتحاد السوفيتي سيوتنيك ١ . وهو اول قمر اصطناعي . (٥) - ١٩٥٩ . كان لونا ١ اول مبادر قمرى ناجح مر على بعد ٦٤٠٠ كلم من القمر . (٦) - ١٩٦١ . غدا يوري غاغارين من الاتحاد السوفيتي اول رائد فضاء .

(١) - ١٩٠٣ . وضع ك . أ . تسيولكوفسكي اسس الملاحة الفضائية بشره سلسلة من المقالات في روسيا . (٢) - ١٩٢٦ . اطلق روبرت غودارد من الولايات المتحدة اول صاروخ يعمل بوقود دفعي سائل . (٣) - ١٩٤٩ . اطلق اول صاروخ ذي طوابق من هوائت سند في الولايات المتحدة . وكان كناية عن ف ٢ يعلوه

(٩) - ١٩٦٥ . توصلت مركبتان فضائيتان امريكيتان اطلقتا في الخامس والخامس عشر من ديسمبر (هما جيمي ٦ و ٧) الى الاقتراب الواحدة من الاخرى في الفضاء

١٩٠٣ . غير أنها ، في ذلك الحين ، لم تثر سوى اهتمام قليل .

توصل فريق من المهندسين الألمان ، وعلى رأسهم فرنهير فون براون (١٩١٢ - ١٩٧٧) الى اطلاق صواريخ يسيّرها وقود سائل . لكن الحكومة النازية استخدمت هؤلاء المهندسين لاغراض حربية . فنقلتهم الى جزيرة بينمونده في بحر البلطيق حيث بنوا الصاروخ ف ٢ في الوقت المناسب لاستخدامه

في المراحل الاخيرة من الحرب العالمية الثانية .

كان ف ٢ السلف المباشر لمسابير الفضاء الحالية . اذ ان اكثر الباحثين الألمان انتقلوا بعد نهاية الحرب الى الولايات المتحدة . حيث استمروا في نشاطهم هذا . في عام ١٩٤٩ ، اطلق صاروخ ذو طبقتين (٣) من الولايات المتحدة وبلغ ارتفاعاً يقرب من ٤٠٠ كلم .

على بعد ٣٠ سنتيمترا ، وذلك خلال تجربة لعمليات لقاء فضائي .

(١٠) - ١٩٦٦ - ١٩٦٧ :

وُضعت مسابير اوربيتر ١ الى مدار حول القمر . عملت هذه المركبات بنجاح وارسلت الى الارض آلاف الصور شملت سطح القمر بكامله .

(١١) - ١٩٦٨ ، حقق رواد

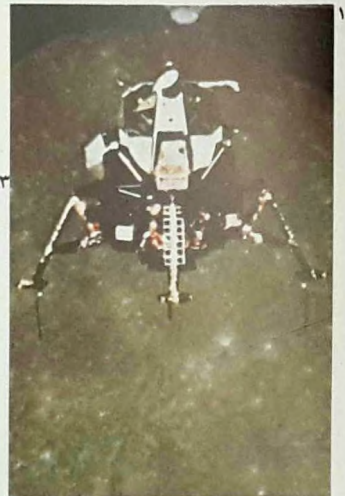
القضاء الامريكيون فرانك بورمان وجيمس لوفل ووليم اندرز من ٢١ الى ٢٧ ديسمبر في ابولو ٨ اول طيران بشري حول القمر .

(١٢) - ١٩٦٩ ، قام نيل

ارمسترونغ وادوين الدرين في ٢٠ يوليو بأول هبوط على سطح القمر خلال رحلة ابولو ١١ . بينما كان ميكائيل كوليتز يقود المركبة الدائرة حول القمر .

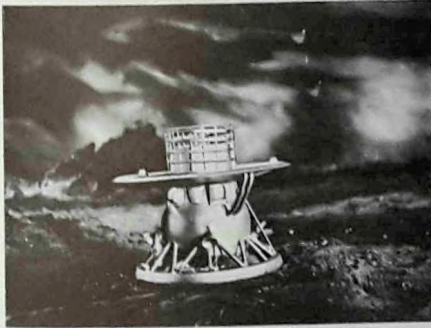
(١٣) - ١٩٧٠ ، سارت

« المجنزرة » السوفيتية لوناخود ١ على سطح القمر وارسلت الى الارض معلومات قيمة . حملها الى القمر المسبار لونا ١٧ الذي أُطلق في اكتوبر وعملت على سطح القمر ما يقرب من ١٢ شهرا .



أقمار سوفياتية أخرى . لكن في عام ١٩٥٨ .
أطلقت الولايات المتحدة قمرها الاصطناعي
الأول . اكسبلورر ١ . الذي زودنا بالمعلومات
الأولى عن مناطق الاشعاع المحيطة بالأرض
 والمعروفة اليوم باسم « أحزمة فان ألن » .
كانت أولى مسابير القمر روسية ايضاً .
ففي يناير عام ١٩٥٩ . حلقت لونا ١ (٥)
فوق القمر . ثم أطلق في العام ذاته مسباران
آخران تحطم أحدهما على سطح القمر . لدى

من الاقمار الاصطناعية الأرضية الى
الهبوط على سطح القمر
أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر
اصطناعي (٤) في الرابع من اكتوبر عام
١٩٥٧ . مدشناً بذلك عصر الفضاء الحقيقي .
كانت المركبة سيوتنيك لا تتعدى حجم كرة
القدم . وكانت تنقل القليل من المعدات الى
جانب جهاز الارسال الراديوي . لكنها مهدت
السييل لاستكشافات لاحقة . تبعت سيوتنيك



١٤ (١٤) - ١٩٧١ . أصبح
مارينر ٩ أول تابع اصطناعي
للمريخ . عملت الكاميرات
التي ترى هنا . من ديسمبر
١٩٧١ الى اواخر ١٩٧٢ .
وارسلت معلومات بذلت الى
حد بعيد آراءنا حول هذا
السيار .
١٥ (١٥) - ١٩٧٣ . انطلق
بايونير ١٠ . وهو أول مسبار
للمشتري . فوصل في ديسمبر
١٨ عام ١٩٧٣ الى نقطة تبعد
حوالي ١٣١٤٠٠ كلم عن هذا
السيار . وارسل الى الارض
معلومات مفصلة وصورا ملونة .
١٦ (١٦) - ١٩٧٣ . قاد
سكايلاب . وهو أول محطة
فضائية . ثلاث فرق متعاقبة .
قضت الاخيرة منها ٨٤ يوماً
في الفضاء . كان اون غزيوت .
احد افراد الفريق
الثاني .

أخرى عنها . استخدمت هذه الاقمار أيضاً للمواصلات ، فأطلق ، في عام ١٩٦٢ ، تلسار ١ (٨) ، أول قمر اصطناعي يستعمل كمرحل تلفزيوني .

ما لبثت المركبات الفضائية المأهولة ان غدت قادرة على حمل شخصين او ثلاثة بدلاً من شخص واحد . وعلى تأمين لقاءات في الفضاء (٩) . في غضون ذلك ، تم تطوير برنامج أبولو الأمريكي لارسال انسان الى القمر . وقد بلغ ذروة نجاحه مع أبولو ١١ ، عندما وطأ نيل أرمسترونغ (١٩٣٠) وأدوين ألدرين (١٩٣٠) سطح القمر لأول مرة في التاريخ .

استكشاف النظام الشمسي

كان مارينر ٢ الأمريكي أول مسبار للكواكب السيارة يمر بالقرب من الزهرة (عام ١٩٦٢) ويرسل معلومات مفيدة عن هذا العالم الغريب ، عام ١٩٦٥ . حلق مارينر ٤ فوق المريخ ، عام ١٩٧١ ، دخل مارينر ٩ (١٤) في مدار حول هذا السيار وارسل عنه الاف الصور المتتازة ، في عام ١٩٧٤ . مر مارينر ١٠ بالقرب من الزهرة وعطارد . كما كان أول مسبار للمشتري ، وهو بايونير ١٠ (١٥) ، قد قام بمهمته عام ١٩٧٣ ، عام ١٩٧٥ اتجه بايونير ١١ نحو زحل وما يزال في طريقه اليه . في السنة ذاتها ، اطلق السوفيت فينرا ٩ وفنيرا ١٠ (١٨) ، اللذين ارسلنا صوراً عن سطح الزهرة اظهرت تفاصيل تختلف عما كان متوقعا . اخيراً هبط فايكنغ ١ وفايكنغ ٢ الأمريكيان بنجاح على سطح المريخ في شهر مارس عام ١٩٧٦ .

هبوطه العنيف عليه ، بينما دار الثاني حوله وأرسل صوراً عن وجهه غير المرئي من الارض . في عام ١٩٦١ ، حلق في الفضاء أول قمر اصطناعي مأهول ، هو فوستوك ١ ، الذي دار فيه يوري غاغارين (١٩٣٤ - ١٩٦٨) دورة كاملة حول الارض .

في اوائل الستينات ، صُنعت توابيع للارض اصطناعية قادرة على ارسال صور فوتوغرافية مفصلة عن الارض وتوفير معلومات متنوعة



(١٧) - ١٩٧٥ ، مكن سويوز - أبولو ، وهو أول مشروع مشترك سوفيتي أمريكي ، الطاقم السوفيتي للسفينة سويوز من الدخول الى غرفة أبولو بعد لقاء فضائي . كما مكن طاقم أبولو من الدخول الى سويوز أيضاً . كان القائد الأمريكي الجنرال توماس ستافورد وبرقته فانس براند ودونالد سلايتون ، وكان قائد الفريق الروسي الكسيس ليونوف ، وكان هذا العمل تمريناً قيماً على البحث العلمي المشترك .

(١٨) - ١٩٧٥ ، فنيرا ٩ وفنيرا ١٠ . المسباران السوفييتيان (هذا نموذج عنهما) ، هبطا برفق على الزهرة وعملا ساعة تقريباً . وقد ارسل كل منهما صوراً لشهد غريب هو صحراء مغطاة بالحمى .

مقدوفة اسمها « كولومبياد » يطلقها مدفع جبار ، ثم تخيل تابعا طبيعياً ثانياً لاعادة المقدوفة الى نقطة انطلاقها على الارض . باستعماله مفاهيم علمية لاعطاء هذه المغامرات الخيالية مظهراً واقعياً ، شجع الآخرين ، ومنهم ه . ج . ولز (١٨٦٦ - ١٩٤٦) على الكتابة عن الرحلات الفضائية . لم تفصل تخيلاتهم عن أول هبوط حقيقي على القمر الا بضعة اجيال فقط .

(١٩) - في الرواية « من الارض الى القمر » (١٨٦٥) ، وهي من العلم الخيالي ، ذهب الروائي الفرنسي جول فرن (١٨٢٨ - ١٩٠٥) الى انه من الممكن ارسال اناس الى القمر في

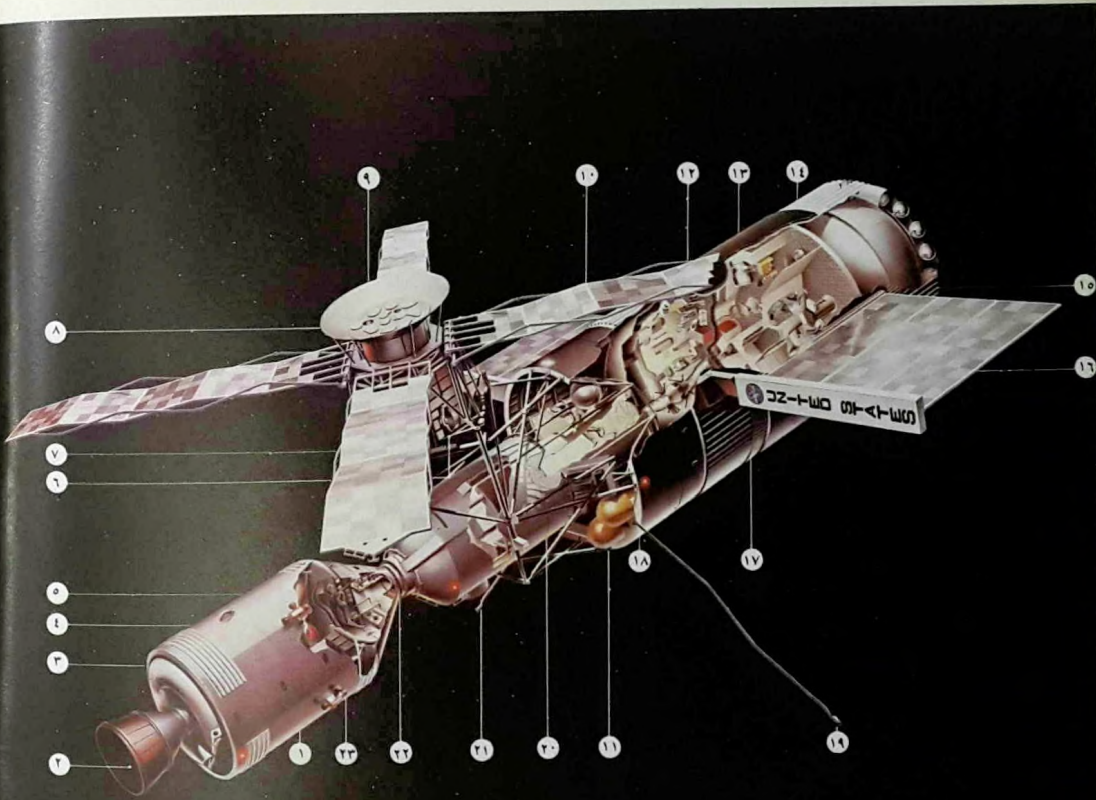
المحطات الفضائية

الحين اعتبرت ضرباً من الخيال .

التغلب على الجاذبية

لم يكن معروفاً من قبل كيف يتأثر رواد الفضاء بفقدان الوزن . ففي المدار . عندما يكون الجذب الثقلي تقابله قوى قصور ذاتي مساوية له . لا يخضع الجسم لأي ضغط ميكانيكي . فيطوف رواد الفضاء وأي جسم آخر في الفضاء بدون وزن . يصح هذا أيضاً في

كان العالم السوفييتي . كونستانتين ادواردوفيتش تسيولكوفسكي (١٨٥٧ - ١٩٣٥) قد عرض . في مستهل هذا القرن . فكرة تابع اصطناعي مأهول أو محطة فضائية دائمة تدور حول الأرض . لكن آراءه في ذلك



حول محورها المركزي . يظهر أفراد الطاقم يرسخون أرجلهم ثابتة على الجدران الداخلية ورؤوسهم متجهة نحو محور الدوران تحت تأثير القوة الطاردة . كما بدت النباتات في ذلك البستان الفضائي نامية نحو الداخل باتجاه المركز .

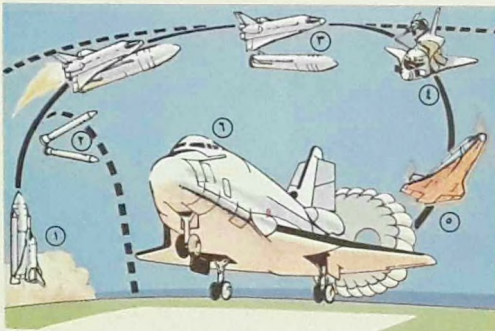
أما فرنهير فون براون (١٩١٢ - ١٩٧٧) الذي كان قد عمل في بينوموند (ألمانيا) على صنع صواريخ ف ٢ . وكان المسؤول الرئيسي

سفينة فضائية تتحرك بدون احتكاك في الفضاء نحو الأرض أو انطلاقاً منها .

لقد انتشر انتشاراً واسعاً الاعتقاد بأن فقدان الوزن التام أو (الجاذبية الصفر) ، حتى ولو لفترات قصيرة ، قد يكون له تأثيرات مضرّة على رواد الفضاء . واتجهت الأفكار الى خلق جاذبيّة اصطناعية . ففي أحد التصميمات الأولى لتسيولكوفسكي . وكان لمحطة فضائية اسطوانية هائلة تدور بسرعة

حجرة الطاقم في مركز الصنارة : (١٣) جهاز القيادة : (٦) سناد مربّع تخفيض الضغط : (١٤) مقعد أبولو : (٧) خلايا شمسية تحول ضوء الشمس الى كهرباء لتأمين الطاقة للمركب : (٨) حاجب الشمس : (٩) فتحات المربق : (١٠ و ١١) خزائنان . واحد للاكسجين وواحد للنيتروجين لتأمين جو من الغازين اللتين في داخل سكايلاب : (١٢) جهاز

(١) - كان سكايلاب اول محطة فضائية امريكية . أطلقت في ٤ مايو عام ١٩٧٣ . وتعاقب على العمل فيها ثلاثة طواقم لمدة بلغت ١٧١ يوماً . كان وزنها ٨٢ طناً وطولها ٣٥ متراً . وبلغ قطرها في قطاع المشغل ٦,٧ متراً . عندما كانت في مدارها . كانت آلاتها وأجهزتها تعمل بواسطة طاقة الخلايا الشمسية . تظهر في الرسم الاجزاء المختلفة لهذه المحطة . (١) سفينة أبولو المعدلة (سفينة قيادة وسفينة خدمة) لنقل الأشخاص الى المحطة الفضائية : (٢) محرك صاروخي للدفع قوته الدافعة ٩١٠٠ كلغ : (٣) مشعات : (٤) محركات صاروخية لحفظ التوازن تستعمل عند الاراء : (٥)



(٢) - السفينة الفضائية ٢

المكوكة التابعة لناسا كناية عن عربة مدارية مجنحة تنطلق (١) ومعها خزان خارجي كبير يحتوي على دافعات رافعة . وجهازا تنشيط صاروخيان ينفصلان عنها (٢) بعدما ترتفع ٤٥ كلم . قبل دخولها في مدارها . ينفصل الخزان (٣) بدوره عنها . اما حمولاتها الرئيسية فهي : المختبر الفضائي الاوروبي . ومسابير فضائية لاطلاقها في مداراتها (٤) او القطع التي منها تصنع المحطة الفضائية . عند الهبوط .

تستخدم السفينة المكوكة محركاتها كصواريخ ارتكاسية للدخول في الجو (٥) . حيث تتعرض لحرارات مرتفعة تنقيها بما طليت به من مواد مضادة للحرارة . اخيراً تعود السفينة فتحط في قاعدتها على الارض (٦) .

المحطات الفضائية : حاضرها ومستقبلها
في أوائل السبعينات . بعد الاستفادة
من اختبارات المركبات الفضائية السوفيتية
سويوز والأمريكية أبولو . التي كانت تحمل
أدوات علمية مختلفة . أطلقت في الفضاء
لأول مرة محطات مدارية حقيقية .

مع أن الروس صادفوا صعوبات جمة مع
محطتهم الأولى من نوع محطات ساليوت التي
يبلغ وزنها ١٩ طناً . فقد قاموا منذ ذلك

عن الصواريخ التي أطلقت أول التوابع
الأمريكية الاصطناعية ومركبة أبولو القمرية .
فقد تقدم عام ١٩٥٢ باقتراح لإنشاء محطة
فضائية بشكل دولايب هائل دوار (٥) .

غير أن رحلة يوري غاغارين في فوستوك
١ . عام ١٩٦١ . قد بينت أن فقدان الوزن
ليس مزعجاً . وفي الواقع . بقي منذ ذلك
الحين بعض الطيارين في حالة فقدان الوزن
هذه في الفضاء الى ما يقرب من ثلاثة أشهر .

(٢) - ستكون المحطات
الفضائية المقبلة مختلفة عن
تصميم الدولايب الانيق في
عصر الرواد . ستصمم المحطة
المفروضة تجميعها في الفضاء .
للدوران حول الأرض على
ارتفاع ٥٠٠ كلم تقريباً .
ولإيواء طاقم يصل عدد أفراده
الى ١٠٠ شخص . في هذا
الرسم نشاهد سفينة فضائية
مكونة تحمل مركبة ذات
دفع ذاتي لسفينة قاصدة
المرح . السفينة التي تترى
في مقدمة الرسم تطلق
صواريخها الارتكالية للعودة
الى الأرض . الى تحت . تترى
سطح الأرض تغطيه الغيوم
بغزارة . وتترى مركبات أخرى
مختلفة في السماء السوداء .



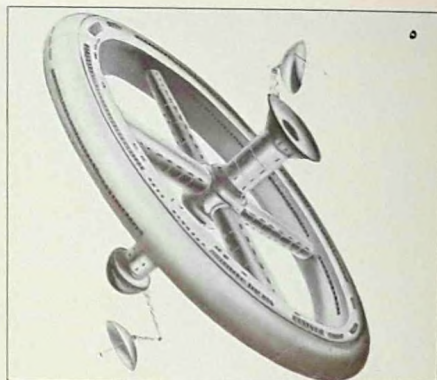
وحمولات الى هذه المحطات . كانت انواعاً من مركبات فضائية معروفة تطلقها صواريخ . غير قابلة للاسترجاع . لتخفيف النفقات . يعمل العلماء الامريكيون اليوم على بناء سفينة فضائية مكوكية . يمكن استرجاعها واعادة استعمالها . تنطلق عمودياً كالصاروخ . وتستطيع اطلاق توابع منها . وتقوم بزيارات الى المحطات الفضائية . وتعود اخيراً الى الارض . كما تعود الطائرة العادية (٢) .

استخدام المحطات المدارية

تقوم أهمية المحطات المدارية على تأمين اعمال لا يمكن للتوابع غير المأهولة تأمينها الا بنفقات باهظة . استخدمت المحطات الفضائية الأولى لاجراء بحوث حياتية وكيميائية وفيزيائية . ولتجميع ملاحظات ومعلومات حول موارد الارض الطبيعية . وللقيام بدراسات حول الشمس والكواكب الأخرى .

كان سكايلاب وسفينة الفضاء أبولو اللذان اشتركا في اللقاء الفضائي الامريكي الروسي في عام ١٩٧٥ مجهزين بأفران كهربائية صغيرة لصهر عينات من معادن مختلفة في حالة فقدان الوزن . قد يصبح من الممكن في المستقبل . في مثل هذه الحالة . صنع انواع من الفولاذ تكون مفرطة الخفة وتتمتع بكثير من خصائص الفولاذ المصمت . كما قد يصبح من الممكن أيضاً صهر مواد متباينة كالفولاذ والزجاج وصنع بلورات غاية في النقاوة للصناعة الالكترونية . سيكون التحرر من الجاذبية أيضاً مناسباً . في معالجة بعض الامراض . لعزل مواد بيولوجية وجعل اللقاحات أكثر نقاوة .

الحين بعدد من المهمات الناجحة . كانت للأمريكيين أيضاً مشكلات مع محطاتهم . فقد طراً خلل على محطاتهم سكايلاب عند اطلاقها . وكان لا بد من اصلاحها وهي في مدارها . قبل ان يبدأ علماء الفضاء باختباراتهم . وقد تعاقبت على قيادتها والعمل فيها ثلاثة طواقم امضت تتابعاً في الفضاء ٢٨ و ٥٩ و ٨٤ يوماً (١) . السفن الأولى التي كانت تنقل رجالاً



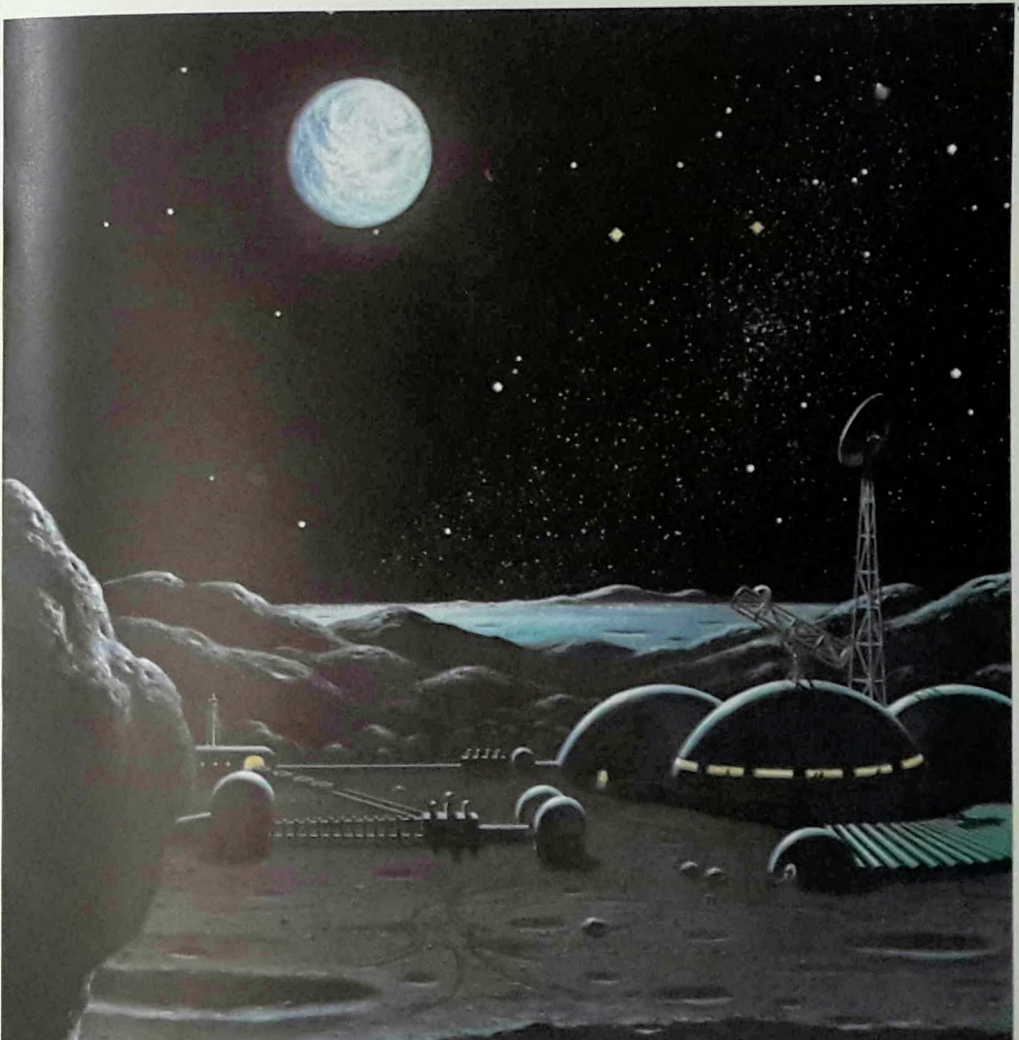
(٤) . ك . أ . (٥) . اعطيت المحطة الفضائية الأولى شكل دولاب رُكِب في الجزء منه المدعو قنبا مستودع الطاقة وبنيت في اطرافه المساكن . صممت هذه المحطة في البدء على هذا الشكل . لتأمين الجاذبية الاصطناعية بواسطة دوران الدولاب . كان يظن في حينه ان قوة الجذب البالغة الصفر حتى ولو لفترات قصيرة . قد تكون مؤذية لرواد الفضاء . لكن رحلة يوري غاغارين والتجارب التي جاءت بعدها مع محطات سكايلاب وساليوت السوفيتية بينت خطأ هذا الاعتقاد .

(٤) . ك . أ . رائد الملاحة الجوية وواضع مبادئ المحطات الفضائية . كان معلماً روسياً خجولاً وأصم . لم تنشر مقالاته الأولى حول الملاحة الجوية الا عام ١٩٠٢ . مع انه كتبها عام ١٨٩٧ . لم تثر هذه المقالات اهتماماً في ذلك الحين . ولم يعرف نيكولكوفسكي الشهرة الا في أواخر حياته . يوجد الآن متحف للفضاء في كالوغا حيث عاش . بالرغم من انه لم يكن من المختبرين . جاءت أكثر نظرياته صحيحة . كان متقدماً على عصره .

استعمار القمر

قصيرة . ثم يعود بجميع افراد الطاقم الى الارض سالمين . لم تتخذ اي احتياطات للانقاذ في حال حدوث خلل في المركبة القمرية خلال التجوال على سطح القمر . وكانت امكانية النجاة محدودة للغاية . غير ان ابولو كان جزءا اساسيا من البرنامج الاصلي لاستعمار القمر . وقد اتى بالدليل على ان ليس ما يحول دون اقامة قواعد ثابتة على القمر في وقت ما في المستقبل .

كانت بعثات ابولو الى القمر استكشافية (٥) في جوهرها . فكل ما كان باستطاعة ابولو ان يفعله ان ينقل ثلاثة رجال الى جوار القمر . وينزل اثنين منهما على سطحه لمدة



المشكلات التي برزت على القمر

ليس هناك مجال لجعل القمر ارضا ثانية . فالقمر ، لسوء الحظ ، جرم خال من الهواء ، وليس من امل ولو ضئيل بخلق جو فوق سطحه يكون صالحا للتنفس . فسرعة الافلات فيه تجعله عاجزا عن الاحتفاظ بجو كثيف شبيه بجو الارض ، وعدم وجود الجو يعني انعداما كليا للماء . خلافا لما كان يتوقع في الماضي ، يبدو الآن أنه لا يمكن

استخراج الماء من الصخور القمرية ، وذلك لسبب بسيط هو انها لا تحتوي على ماء . كذلك ليس من امل بوجود جليد تحت سطح القمر ، لذلك على مستعمري المستقبل اذن ان يأخذوا معهم كل شيء . وسيمضي وقت طويل ولا شك ، قبل ان تصبح محطة قمرية قادرة على الاكتفاء الذاتي .

تطور القواعد القمرية

حوالى عام ١٩٩٠ ، لا بد من ان تكون



(٢) - طالما استهوى القمر كتاب العلم الخيالي ! فقد وصف جول فون (١٨٢٨ - ١٩٠٦) رحلة حول القمر منذ اكثر من قرن ، ووصف هـ جـ - ولز (١٨٦٦ - ١٩٤٦) عالما غريبا تقطعه كائنات شبيهة بالحشرات . وفي عام ١٩٠٨ ، ظهر اول فيلم مشهور بعنوان « رحلة الى القمر » لجورج ميلياس (١٨٦١ - ١٩٣٨) . هذه الصورة من الفيلم تمثل وصول الصاروخ وما عاناه القمر من اسي واكتئاب من جراء ذلك . يرينا الفيلم الزهرة التي قام بها الرحالة على سطح القمر دون ان يفوتهم فتح شماسهم لالتقاء حرارة الشمس الحادة . كان الفيلم قصيرا ، ولكنه لاقى نجاحا كبيرا ، خصوصا في المؤتمرات العلمية .

القبح . نرى ايضا هوائيات رادوية وادوات اخرى متنوعة . الاضاءة مؤمنة عن طريق ضوء الارض ، لأن الارض « كاملة » (بدر) والشمس تحت الافق . لمراقب ارضي ، يظهر القمر هلالا ، ويبدو الاشعاع على الصخور القمرية ضاربا الى الزرق

كوكبة الجوزاء . النجم الاحمر الى اليمين هو ايتا الجوزاء ، وهو نجم متغير نصف منتظم تتألف القاعدة من عدة قبق لكل منها جهازه الخاص من الادسة الهوائية . من الضروري جدا الاحتفاظ بالجو الاصطناعي الى اقصى حد ممكن . ولا غنى عن الادسة الهوائية لالتقاء انخفاض مفاجيء للضغط في احدى

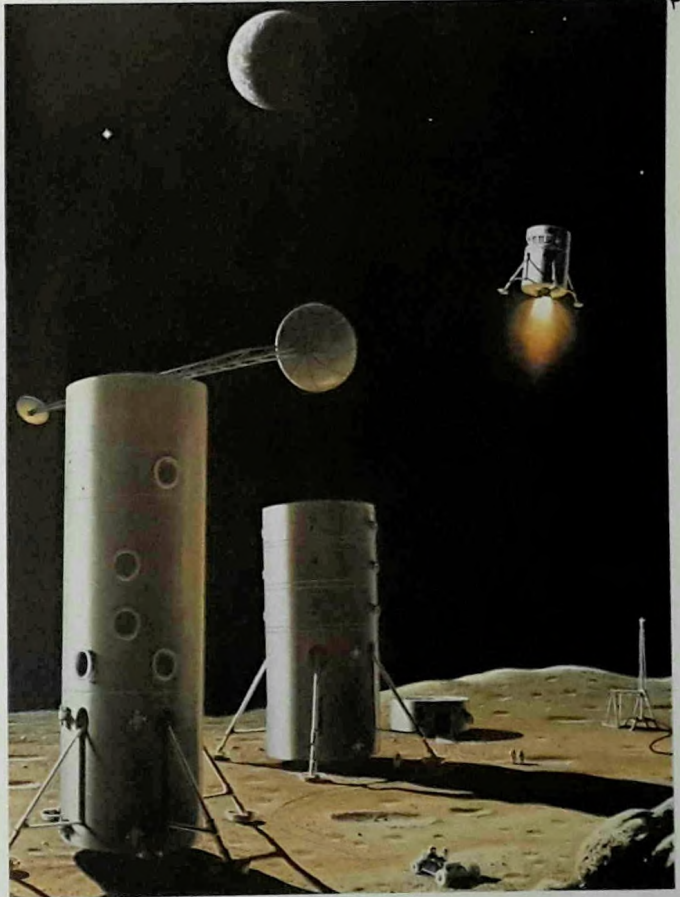
الكرة القمرية ، المتجه نحو الارض . يرى مراقب واقف على القمر الارض في الافق (مع تغيرات ضئيلة سببها مدار القمر غير المنتظم) . في حين لا يستطيع ايدا رؤيتها من يكون في جهة القمر الاخرى . في هذا الرسم نرى الارض بدرا ، والعيوم تحجب تفاصيل سطحها . لقد اتمت اختراقها للمجرة ودخلت

(١) - من المرجح ان تشاد محطة قمرية دائمة في اقاصي شمال القمر لتحاشي لفتح الشمس المحرق وسط النهار عند خطوط العرض المنخفضة (مع العلم ان درجة الحرارة الليلية هي واحدة في جميع نقاط السطح) . يرمز ارتفاع الارض المنخفض نسبيا في السماء الى الارتفاع العالي للموقع . عند طنف نصف

اولى القواعد القمرية الدائمة قد انشئت . لا شك انها ستكون اكمل صنعا بكثير من مركبات ابولو المدفوعة بالطاقة الكيميائية . كذلك ستكون مشاريع المحطات الفضائية ايضا قد نفذت الى حد كبير . بحيث تصبح الرحلة الى القمر من الامور الممتعة . قد تكون الخطوة الاولى في هذا الاتجاه ارسال مؤن الى موضع معين من سطح القمر قبل ارسال الرواد . بحيث يجد هؤلاء عند وصولهم ما

يحتاجون اليه . في المرحلة الاولى . ستكون المركبات القمرية ذاتها هي القواعد على سطح القمر . لكن هذه المرحلة رائدة لن تدوم طويلا . وستعقبها تصاميم اكثر تطورا . في ذلك العالم الجديد . من الضروري اعادة تكييف كل شيء (بما في ذلك النفايات البشرية) . ولاسيما الجو . فيقضي المستعمرون فترات طويلة على سطح القمر .

(٣) - مما لا ريب فيه ان المحطة القمرية الاولى ستكون بعيدة عن كمال المحطات المتقنة النهائية . أخذ هذا المشهد توا بعد ان استقرت البعثة رائدة على سطح القمر . في امامية الصورة . ترى العربة الأساسية للمحطة الفضائية التي ستصبح مركز المحطات في المستقبل . تستطيع الآن استقبال ما لا يقل عن اثني عشر شخصا وبامكانها تأمين كل ما هو ضروري لاقامة طويلة . في حالة طارئة . من الممكن اعادة الطاقم الى الارض بواسطة مركبات مكوكية . تشاهد ايضا عربة قمرية . شبيهة بالعربات التي استعملت خلال رحلات ابولو الثلاث الاولى . والتي كان نجاحها كبيرا . في الصورة ايضا سفينة شحن ومركبة شحن منفصلة ومثقاب قمري .



(٤) - بحر الامطار (أ)
وسلسلة جبال الانبين (ب)
هي الموقع الذي هبطت فيه
بعثة ابولو ١٥ . من المعقول ان
يصبح يوما ما موضعا لأول

مما يقتضي بالضرورة جعل الحياة فيه مريحة وهنيئة . من الضروري مثلا في داخل المحطة ان يكون بإمكان المستعمرين خلع ثيابهم الفضائية . والتصرف بقدر ما يمكن تصرفا طبيعيا في ظروف جاذبية تبلغ ١٧ في المائة من جاذبية الارض .

حاجات الغذاء الاساسية

ارسال المؤن الغذائية من الارض امر غير



محطة قمرية . بحر الامطار ٤
يقع بعيدا عن خط استواء القمر . وهو احد اجزاء القمر الاكثر انبساطا . وتثبت المعلومات المفصلة المتوفرة الآن عنه . بما فيها العينات من تربته الصخرية . انه مزيج معقد من المقذوفات البركانية .

(٥) - الرائد الفضائي
جيمس إيريون من بعثة أبولو
١٥ واقف في منطقة هادلي
ابنين . وهي احد المواقع



عملي . ولا مفر من جعل نباتات تنمو على القمر . مما لا ريب فيه ان هذا الامر مستحيل في الخارج . لكنه ممكن داخل القبة . اذا طبقت فيها مبادئ الزراعة المائية التي تسمح بنمو النباتات بدون تربة . في هذه الحالة . تعلق النباتات في شباك داخل صهرج . وتغذى بسوائل مغذية تجري تحتها . لقد اختبر هذا المبدأ واعطى نتائج ممتازة . وليس ما يحول دون نجاحه على القمر .

سيسكن المحطات القمرية الاولى علماء دون سواهم . من فيزيائيين يرغبون في الافادة من الجاذبية المنخفضة والفراغ الفضائي والاشعاعات الواردة من الفضاء . ومن فلكيين يسعدهم الانعتاق من القيود التي تفرضها الطبقات الحاجبة في جو الارض . وكيميائيين وحيائيين واطباء . وبكلمة واحدة . علماء من جميع الاختصاصات . فالمحطة القمرية من شأنها ان تزودنا بالكثير من المعارف الجديدة .

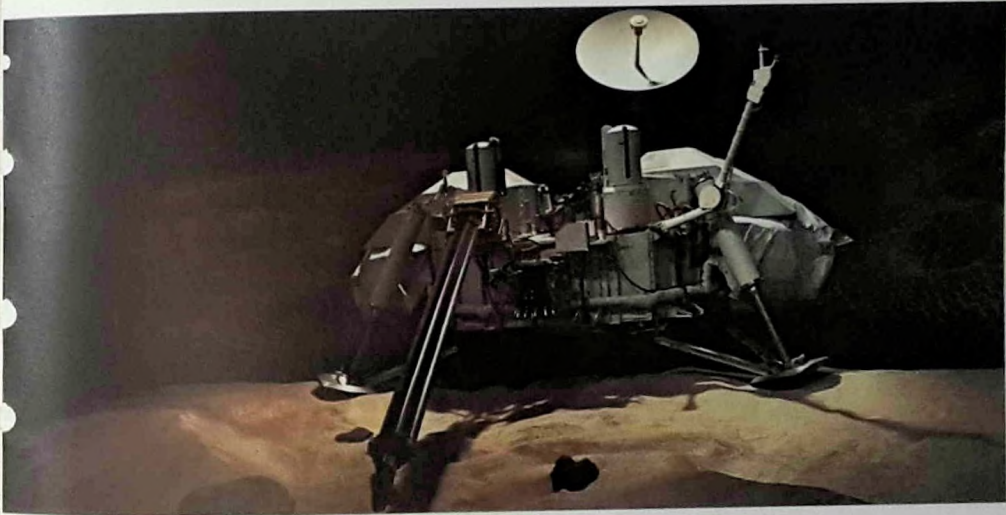
في مرحلة تالية . ستصح المستعمرة اكثر قدرة على كفاية ذاتها بذاتها . فيكون باستطاعتها استقبال غير العلماء . لزيارات قصيرة على الاقل . ففكرة قضاء عطلة على القمر لن تكون . بعد مائة سنة . امرا مستغربا . عندئذ قد يولد اطفال على القمر . وسيحق لهم ان يعتبروه . دون الارض . مسقط رأسهم . قبل نهاية القرن الحادي والعشرين . لن يكون على القمر قاعدة واحدة فقط . بل قواعد عديدة تستخدم لأغراض مختلفة .

من الممكن في نهاية القرن الحادي والعشرين . وان كان ذلك احتمالا ضئيلا . ان يطالب سكان القمر الجدد بالاستقلال عن وطنهم الام . السيار الارض .

القاعدة المريخية

(١٩١٠) قد اثار فضول العالم . عندما تحدث عن كائنات عاقلة على المريخ بنت شبكة واسعة من الاقنية لري سطحه المتيسر . وقد كتب قائلا : « ان رقعة قارة السيار الواسعة مثلمة بكاملها في كل انحاءها بشبكة من الخطوط العديدة المتفاوتة الألوان . التي يبلغ اقصرها ٣٠٠ ميلا واطولها بضعة آلاف » لكن ما فاتته هو ان هذه الخطوط يجب ان يكون عرضها ممتدا لعشرات الكيلومترات .

في اوائل القرن العشرين . كان يُظن ان المريخ صالح لظهور حياة عليه شبيهة بالحياة الارضية . وانه قد يكون الآن مأهولا . وقبل ذلك . اي في عام ١٨٧٧ . كان الفلكي الايطالي جيوفاني شياپارلي (١٨٣٥ -



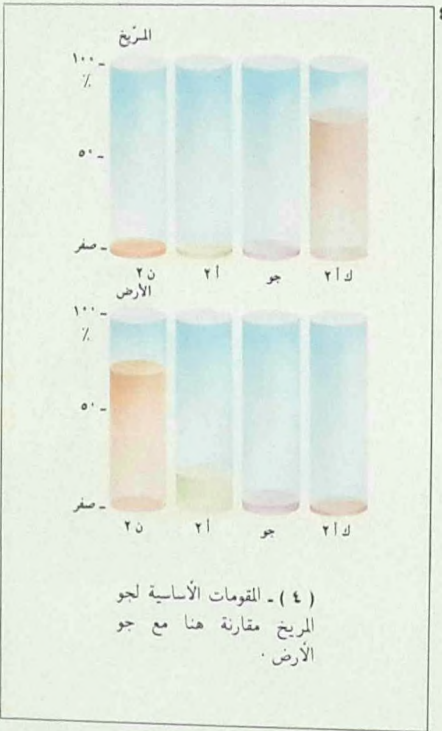
- (١) - استخدم العلماء في مختبر الدفع النافوري في باسادينا . كاليفورنيا . عربة هبوط كانت نموذجا اصطناعيا لعربة الهبوط من طراز فايكنغ . وذلك لكي يحلوا من المختبر المشكلات التي تواجهها السفن الفضائية الحقيقية على المريخ . هكذا تمكنوا مثلا من تحرير مسار في مجرفة التربة على فايكنغ ١ كان مفروضا فيه
- ٢ - ان ينفلت من تلقاء ذاته . تحكّم المختبر عن مسافة تربو على ٣٤٠ مليون كلم بذراع المجرفة لتحرير المسار . بعد ان قام بسلسلة من الحركات على النموذج الاصطناعي للعربة . ترى في هذه الصور مجرفة العينات ثم الكاميرات (في اعلى اليسار وفي الوسط) وعارضة الرصد الجوي (في اعلى اليمين) .

كي تكون رؤيتها ممكنة على هذه المسافة من المريخ .

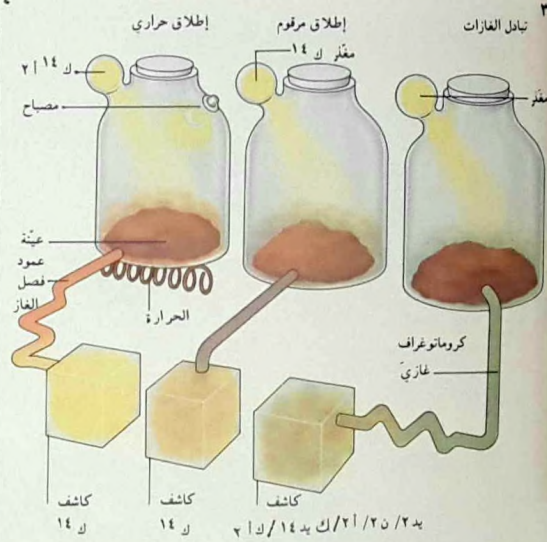
الحياة على المريخ

تبددت هذه الاسطورة نهائيا . عندما وصلت المسابير الفضائية الاولى الى المريخ في الستينات والسبعينات . فبدلا من صحارى واسعة شبيهة بالصحراء الافريقية . ظهرت هناك آلاف من الفوهات الشبيهة بفوهات

القمر ، وبراكين هائلة . ووديان واسعة . وأشكال شبيهة بقيعان الأنهر القديمة الجافة (او مجاري حمم رقيقة وفقا لأحدى النظريات) . كذلك تبين انه لو كان هناك ماء في المريخ . لوجب ان يكون محصورا تحت السطح بشكل جليد او صقيع سرمدى . اما القب القطبية المتلألئة بيضا . فمن الصحيح انها تبدو جليدا مائيا في الدرجة الاولى . لكن المناخ بارد والجو المؤلف



محجري يعيش بفضل التركيب الضوئي ، اختبار « الاطلاق المرقوم » للبحث عما اذا كانت علامات الأبيض تدل على وجود متعضيات تعيش في التربة وتتكاثر ، واختبار التبادل الغازي للبحث عما اذا كان هناك اي تبادل غازي بين جراثيم التربة وجو الحجرة .



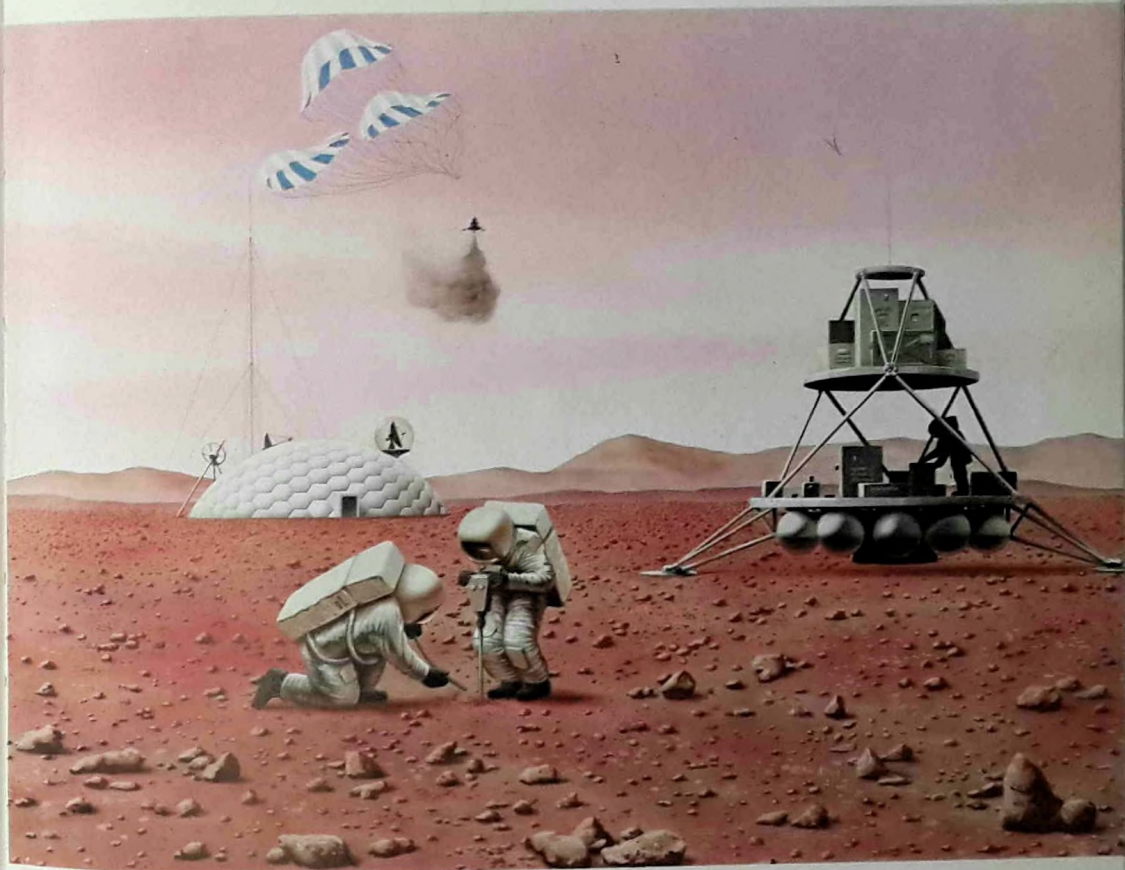
(٢) - هنا هيبت فايكنغ (١) . على مسافة ٢٠٥ كلم من المكان الذي كان قد حدد له بالقرب من وسط الاهليلج الظاهر في الصورة في حوض كرايزر بلانيتيا الواقع شمالي شرقي براكين المريخ الكبرى وهضبة ثارسيس .

(٣) - كان البحث عن الحياة من المهمات الاساسية لبعثات فايكنغ . فجهزت كل عربة هبوط من عرباته بمختبر حياتي اوتوماتيكي . كانت تزوده مجرفة آلية بعينات التربة . وقد اجريت ثلاثة اختبارات ، اختبار « الاطلاق الحراري » بقصد الكشف عن اي كائن حي

الارضي القمري بكامله . وان تنطلق بعد
مغادرته في رحلة طويلة جدا تجول بها
حول الشمس . فقبل البدء بمشروع من هذا
النوع . لا بد من بناء محطة فضائية في مدار
حول الارض لاستعمالها محطة تجميع
ومستودعا للوقود . كذلك على الرجال
والنساء . الذين سيقومون بهذه الرحلة . ان
يتعلموا اولا طيلة مدة تتراوح بين سنة
ونصف وستين ونصف . كيف يعيشون

خصوصا من ثاني اكسيد الكربون متخلخل
(يتراوح الضغط فيه بين ٥ و ٨ مليبار)
بحيث لا يمكن للماء ان يكون في حالة
السيولة على هذا السيار .

المشكلة الأساسية في ارسال أناس الى
المريخ هي مشكلة الوقت والمسافة . ففيما
يستطيع ملاحو الفضاء الهبوط على القمر
والعودة منه في اقل من اسبوعين . على السفينة
المريخية . بالعكس . ان تخرق النظام



ويعملون في الفضاء .

الهبوط على المريخ

لا يكون الانطلاق الى المريخ ممكنا الا مرة كل ٢٥ او ٢٦ شهرا ، وذلك عندما يكون المريخ في « المقابلة » . كان هناك مشروع امريكي لارسال بعثة الى هذا السّيار قبل نهاية هذا القرن . لكنه وضع جانبا في الوقت الحاضر بسبب نفقاته الباهظة . يقتضي هذا

المشروع بناء سفيتين مزودتين بالطاقة النووية . طول الواحدة منهما ٨٢,٣ مترا وتستوعب ستة اشخاص . وقد بدأ العمل لصنع محركات صواريخ نفا . التي تستعمل الحرارة النووية لتحويل وقود الهيدروجين السائل الى دفع قوي دافع . تتضمن الخطة الموضوعة ان تأخذ الرحلة الرواد . بعد الدوران حول الشمس . الى نقطة من الفضاء سيصل اليها المريخ بعد تسعة اشهر . وان تظل السفيتان في القسم الاكبر من الرحلة متصلتين . وان لا تنفصلا الا قبيل وصولهما . وان توضع في مدار حول المريخ لمدة ٨٠ يوما . بعد ان يهبط ثلاثة رواد من كل منهما على السطح في عربة هبوط .

آلات ذكية

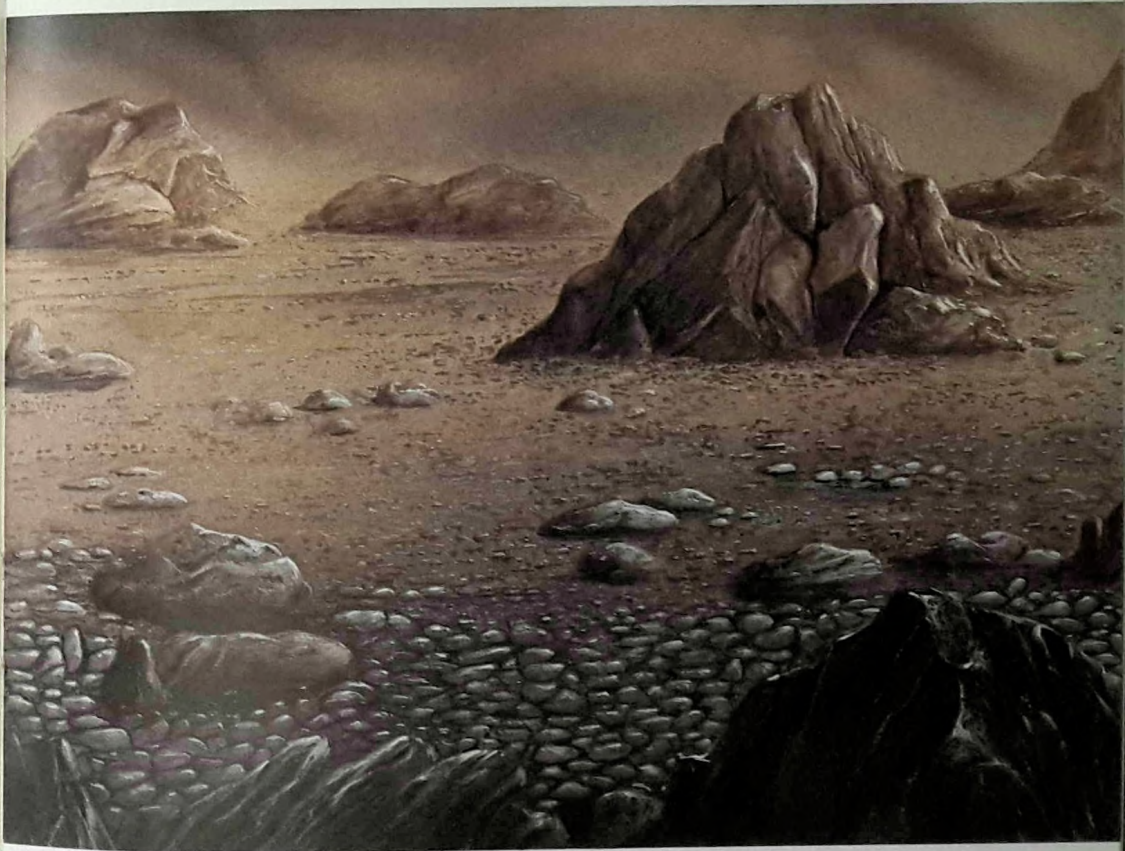
مما هو ممكن وقابل للتحقيق حاليا هو انزال مركبة فضائية غير مأهولة على سطح المريخ . ومعها عربة طوافة تجمع عينات من التربة والصخور من مواقع مختلفة . بعد ايداع العينات في صاروخ . يطلق به في الوقت المناسب الى الارض . بعد وصول هذه العينات الى الارض من الواجب عزل كل عينة منها للتحقق من خلوها من جراثيم اي مرض مجهول . وخير مكان لتحليلها يكون مختبرا مداريا حول الارض . اما الصخور والتربة التي تم الحصول عليها من القمر . فقد اقيمت في بيئة معقمة في مختبر خاص مدة طويلة الى ان صرح علماء الحياة بأنها خالية من الخطر . كل هذا يجعلنا اكثر تنبها الى مختلف المجهولات العديدة التي قد تعترض اية بعثة الى الاجرام الاخرى من النظام الشمسي .

(٥) - تختلف اجراءات اقامة محطة على المريخ عنها على القمر . فيكون من الضروري . بسبب بعد الارض عن المريخ . بناء محطة كاملة على الفور لمعالجة الحوادث الطارئة . تبدو في هذا الرسم عربة لرحلة سياحية الى المريخ شبيهة بعربة رواد الفضاء . وقد حطت على سطح السيار . في عداد حملتها قبة قابلة للانفتاح . كالتي ترى في خلفية الرسم . هناك عربة اخرى على وشك انزال مختبر جوال سيستخدمه الرواد لاستكشاف التربة . اما تقنية الهبوط . فهي تقنية مركبات فايكنغ ذاتها . فبعد انفصال عربة الهبوط عن السفينة الام الدوّارة . تطلق هذه العربة صاروخا كايحا للهبوط . وتدخل جو المريخ بسرعة ١٦٠٠٠ كلم في الساعة . ثم تأخذ بتخفيف سرعتها . اولا بتشغيل مقاومة . ثم بواسطة المظلات . على ارتفاع بضعة كيلومترات عن السطح . يستغنى عن المظلات . وتستعمل صواريخ ارتكاسية لتلطيف الصدمة عند الهبوط .

استكشاف السيارات الداخلية

بمسافة ٤٠ مليون كلم ويتلقى من النور والحرارة ضعفي ما تتلقاه الأرض . هذه الامور بسيطة ، لكنها حملت علماء الفلك على اقتراح نظريات لا تخلو من الغرابة . ففي عام ١٩١٨ ، تصور السويدي سفاتي ارينوس الحائز على جائزة نوبل ، ان هذا السيار مغطى ببحار ومستنقعات وادغال بخارية . وانه قد يكون عامرا بهولات ومسوخ بدائية . لكن فلكيي الثلاثينات والاربعينات

مع ان الزهرة هي اقرب السيارات الى الارض . فقد استغرق اكتشاف طبيعة سطحها الحقيقية وقتا طويلا . لأنها محجوبة دائما عنا بجو من الغمام الابيض . هذا السيار اصغر قليلا من الارض ، وهو اقرب الى الشمس منها

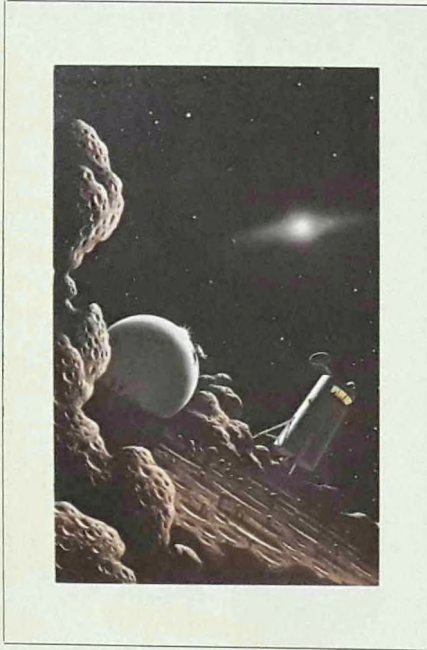


كانت لهم آراء مختلفة . فقد اكتشفوا بواسطة التحليل الطيفي ان العنصر الرئيسي المكوّن لجو الزهرة غاز ثقيل هو ثاني اكسيد الكربون ، فاستوحوا من ذلك ان اشعاع الشمس لا بد ان يتجمع في ذلك الجو على شكل « دفيئة » ، محدثا حرارة مرتفعة .

الزهرة : بيئة غير مضيافة

دلت اصداء الرادار الذي صوّب من الارض

الى السيار في الستينات على ان سطحه وعمر وقد تكون فيه فوهات براكين واسعة . وان الزهرة تدور على محورها مرة كل ٢٤٣ يوما ، باتجاه يخالف اتجاه دوران الارض . ثم جاءت المسابير الفضائية ، فبدأت مع مارينر ٢ الأمريكي الذي اكتفى بالمرور بالقرب من السيار عام ١٩٦٢ . ثم تواصلت مع كبسولات فينرا السوفيتية التي دخلت في جوفه ، فاثبتت جميعها ان حرارة السطح تفوق



(١) - اتضح الآن ان الزهرة جرم يختلف كل الاختلاف عن كل ما كان منتظرا . فقد اظهرت الصور الواردة من فينرا ٩ و ١٠ ما سمّاه الروس « صحراء حجرية » تظهر هنا في رسم فنان ، صخورها ملساء نسبيا ، ويظن ان التآكل على الزهرة دون ما هو عليه على الارض ، وحتى دون ما هو عليه على عطارد ، مماؤها الصافية لا ترى ابدا من خلال الغيوم الحمضية الأكاله والكثيفة التي تحيط بالسيار جاعلة منه جرمًا مظلمًا وغير مضياف . لقد خيبت الزهرة آمال الذين نظروا اليها كمستعمرة ممكنة . من المرجح ان تكون تضاريس سطحها من اصل بركاني ، ولا يعرف ما اذا كانت البراكين ما تزال ناشطة فيها .

(٢) - اتضح الآن ان الزهرة جرم يختلف كل الاختلاف عن كل ما كان منتظرا . فقد اظهرت الصور الواردة من فينرا ٩ و ١٠ ما سمّاه الروس « صحراء حجرية » تظهر هنا في رسم فنان ، صخورها ملساء نسبيا ، ويظن ان التآكل على الزهرة دون ما هو عليه على الارض ، وحتى دون ما هو عليه على عطارد ، مماؤها الصافية لا ترى ابدا من خلال الغيوم الحمضية الأكاله والكثيفة التي تحيط بالسيار جاعلة منه جرمًا مظلمًا وغير مضياف . لقد خيبت الزهرة آمال الذين نظروا اليها كمستعمرة ممكنة . من المرجح ان تكون تضاريس سطحها من اصل بركاني ، ولا يعرف ما اذا كانت البراكين ما تزال ناشطة فيها .

برحلة جيولوجية . يبلغ قطر ايروس حوالي ٢٧ كلم . وشكله غير منتظم كأكثر الكويكبات ، وهذا ما يجعل منحدر افقه غريبا . وهم مداره على الابتعاد عن الحزام الرئيسي للسيارات الثانوية ويحمله بقرع قطر ٢٤ مليون كيلومتر من الارض . سطحه مليء بالفوهات الناجمة عن اصطدامه بحطام الكواكب المتفجرة السابحة في حزام الكويكبات .

وكايح هوائي مستدير . وكانتا مبردتين ومعزولتين لتعملا نصف ساعة على الأقل على السطح المتوهج حرارة . عملت الاولى لمدة ٥٣ دقيقة وارسلت صورا الى الارض عن طريق مركبتها الأم . ارسلت صورة شاملة عن المشهد المحيط بها . فظهرت فيه اكداش من الحجارة الحادة الاطراف التي يتراوح قطرها بين ٣٠ و ٤٠ سم . والتي لا يبدو انها قد تأثرت بالحرارة او تأكل الريح .

نقطة انصهار الرصاص . وان الضغط الجوي من شأنه ان يحق اي نوع عادي من انواع المركبات الفضائية .

في عام ١٩٧٥ ، دار المسباران فنيرا ٩ و ١٠ في مدار حول الزهرة . بعد ان اطلقا كبولتين مجهزتين بألة للتصوير حطتا على بعد ٢٢٠٠ كلم الواحدة عن الاخرى . كانت الكبولتان مبنيتين بمتانة لمقاومة الضغوط العالية . فهبطتا بواسطة المظلات الواقية

(٤) - اقرب ماريتر ١٠ من عطارد في شهر آذار بعد ٧ اسابيع من مروره بالقرب من الزهرة . وارسل صوره الاولى التي بينت ان عطارد . مثل القمر . مليء بالفوهات . في هذه الصورة . ترى لوحنا ماريتر اللتان يبلغ طولهما ٩ امتار واللتان تزودان الاجهزة المختلفة بالطاقة الشمسية . يرسل الهوائي المقعر معلومات الى الارض . وهناك اجهزة لقياس المجالات المغنطيسية والجسيمات المشحونة واشعاعات ما فوق البنفسجي وتحت الاحمر . مر ماريتر ثلاث مرات بقرب عطارد . وفي كل مرة ارسل معلومات قيّمة . سيطل يدور حول الشمس الى ما لا نهاية له . مع ان حياته « المفيدة » قد انصرفت بعد اجتيازه عطارد في ربيع عام ١٩٧٥ .

(٥) - يمكن القول عمليا ان السيار عطارد خال من الجو . وانه مثل القمر غير مضياف . في هذا الرسم . تختفي الشمس وراء كتلة من الحمم كونها



الرياح بطيئة . غير انها كانت تتزايد مع الارتفاع . حتى كانت تبلغ على قمة الغيوم سرعة ٤٠٠ كلم في الساعة اي ٦٠ ضعفا سرعة دوران السيار .

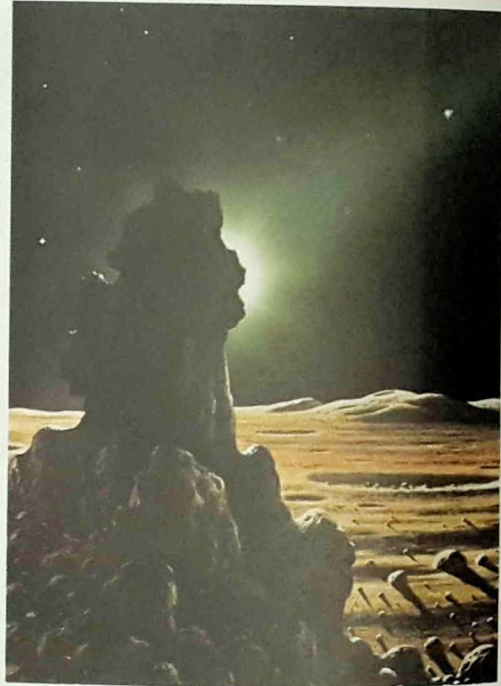
عطارد : محطة مراقبة للشمس

يستغرق عطارد . وهو اقرب سيار الى الشمس . حوالي ٨٨ يوما ليكمل دورانه حولها على بعد معدله ٥٨ مليون كيلومتر . قطره يقرب من نصف قطر الارض . وهو يدور ببطء على محوره في مدة ٥٨,٥ يوما . نتيجة لذلك . تحرق الشمس سطحه في فترة . ثم يتعرض بعدها لصقيع الفضاء الخارجي . اكتشف مارينر ١٠ فيه عند مروره به عام ١٩٧٤ عالما شبيها بالقمر بفوهات وجبال ووديانه . الا انه ليس فيه جو ومجال مغنطيسي يستحقان الذكر .

الكويكبات : منارات في الفضاء

عطارد والزهرة هما السياران الوحيدان اللذان يدوران حول الشمس على مسافة اقصر من مسافة الارض . في ما وراء الارض . يدور المريخ . اقرب جار لنا . ثم تأتي بعده المنطقة الرئيسية للكويكبات او النجيمات او السيارات الصغيرة (٥) . ومنها سيريس الذي يتراوح قطره بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ كلم . لكن اكثر الكويكبات اصغر منه بكثير . ثمة بعض الكويكبات تائهة بعيدا عن الحلقة الرئيسية . منها ايكاروس مثلا الذي يقترب من الشمس الى بعد ٢٨ مليون كيلومتر . بينما يتبعد هيدالغو عنها الى ما وراء زحل . قد تزور هذه المنطقة يوما ما مركبة فضائية قادمة من الارض .

اما المسباران فنيرو ٩ و ١٠ اللذان ظلا في مدارهما خلال عملية الاستكشاف . فقد اخذا صورا مفصلة عن الغطاء الغيمي . جاءت تكمل المعلومات التي كان مارينر ١٠ الامريكي قد ارسلها عام ١٩٧٤ . كان ارتفاع الغيوم الملتفة بشكل حلزوني حول السيار يبلغ ٦٥ كلم . وكانت هناك غازات جوية تتحرك بسرعات متباينة وعلى ارتفاعات مختلفة . اما قريبا من السطح . فكانت سرعة



ثوران بركاني حدث عليه منذ ملايين السنين . وما تزال تنفكك بفعل التمددات والانقباضات المتعاقبة الناجمة عن التغير الكبير في درجات الحرارة اليومية . ترى الفوهات على السطح . اما النقطة

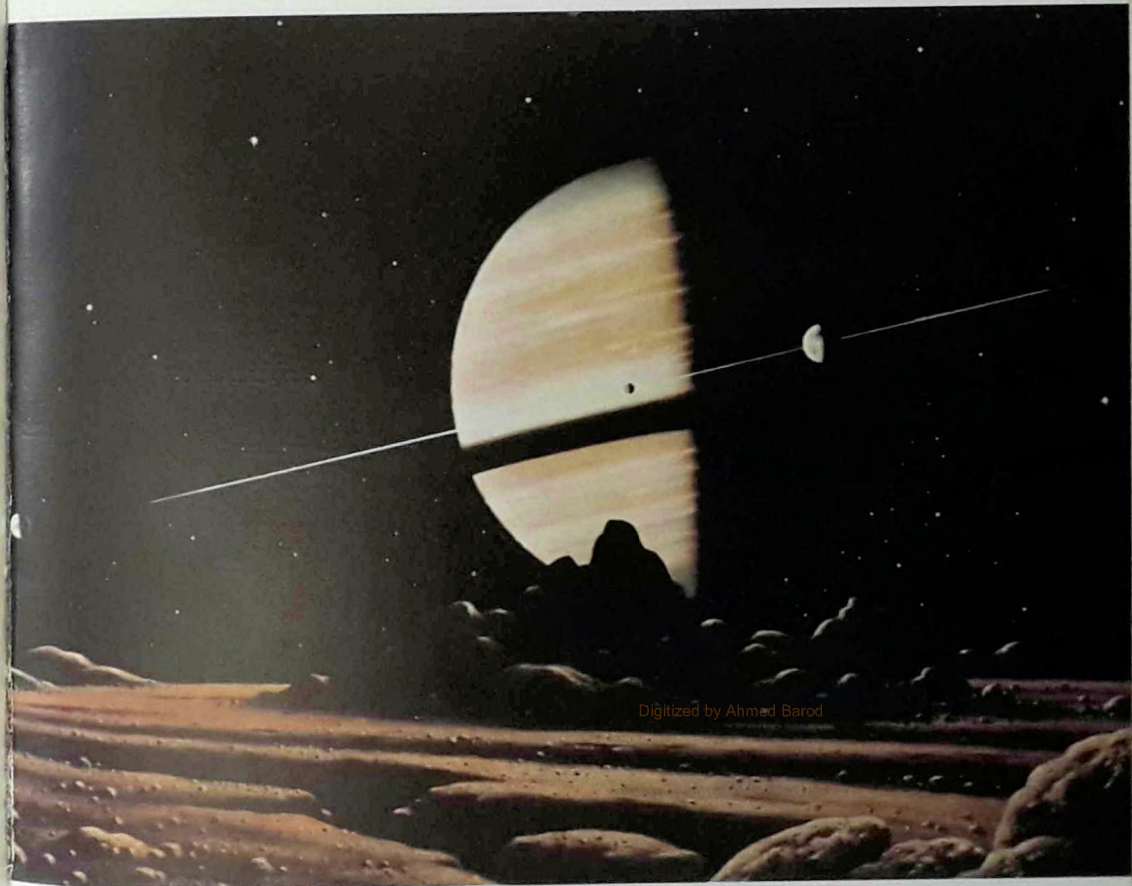
استكشاف المشتري وزحل

وسيلتنا الوحيدة للقيام برحلة طويلة المدى .
اذ انه يمكن المسبار المرسل من استخدام
جذب سيار للحصول على طاقة اضافية تسمح
له ببلوغ السيار المستهدف .

لكن باستعمال هذه الطريقة تستغرق
الرحلة الى جوار المشتري اكثر من سنتين ،
وهذا ما يجعل مثل هذه الرحلة غير عملية من
الناحية التقنية . لذلك من اجل القيام
برحلات طويلة الى السيارات الجبارة ، علينا

لقد نقلت المركبات ذات الدفع الكيميائي
أناساً الى القمر ، لكن هل بإمكانها ان تنقلهم
الى المريخ ايضاً ؟ هذا أمر مشكوك فيه .
لكنها بدون شك لا تصلح لنقلهم الى
المشتري . فالمدار الانتقالي ما يزال اليوم

١



Digitized by Ahmed Barod

ان ننتظر ظهور المحركات الصاروخية النووية .

المشتري وتوابعه

ليس للمشتري ، وهو اقرب السيارات العملاقة الى الارض ، سطح جامد ، بل هو محاط بمناطق من الاشعاع القوي مميتة لكل رائد فضاء يقترب منه . هناك ايضاً ما يجعل عملية الانزال على سطحه شبه مستحيلة ، وهو

سرعة الافلات المرتفعة فيه التي تبلغ ٦٠,٢٢ كلم في الثانية . فالحل الوحيد اذن هو الهبوط على احد توابعه .

سيكون غنيميد على الأرجح التابع المفضل لهذا الغرض . فحجم هذا التابع حجم سيار عادي (فهو اكبر بقليل من عطارده مع انه لا يبلغ كثافته) ، وتبعد مسافته عن المشتري ١٠٠٠٠٠ كلم ، ومنه سيطل على المراقب مشهد ولا اروع ، اذ سيبدو السيار



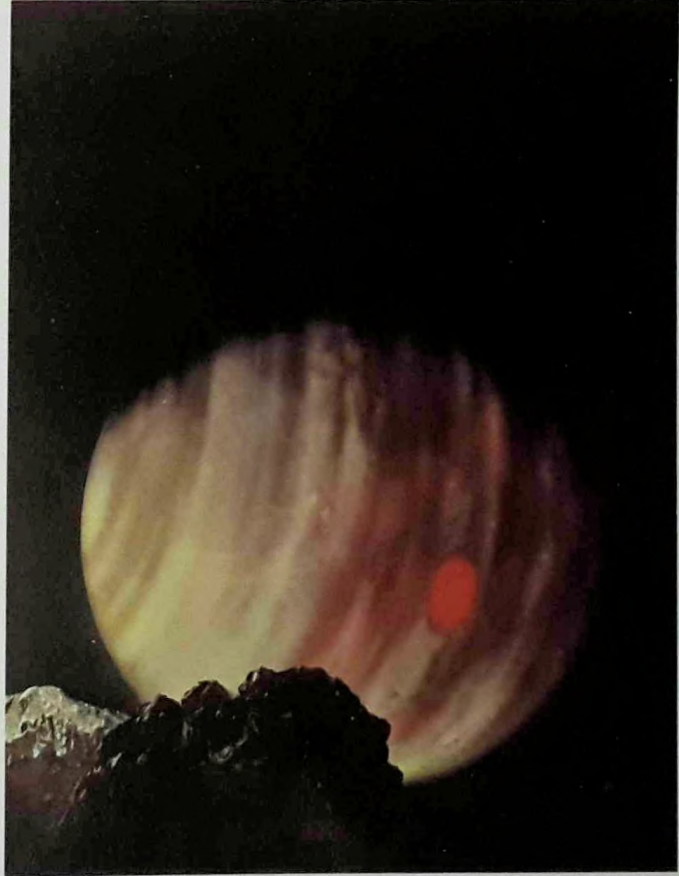
- (١) - اذا نُظر الى زحل من ربا ، تظهر أربعة من توابعه الداخلية ، ديون ، تيثيس ، انسلا دوس وميماس . عندما تكون الشمس تحت الافق ، ينشر ضوء زحل الأصفر القوي توهجاً برافاً على سطح ربا . ربا هو التابع السادس من حيث بعده عن زحل ، وهو يدور على مسافة ٥٢٧٠٠٠ كلم من مركزه أي على بعد ٤٦٧٠٠٠ كلم عن سطحه . تستغرق دورة ربا حول زحل ٤ أيام و ١٢,٥ ساعة . هو أصغر من القمر بكثير ، ولا يُعرف شيء بدقة عن سطحه . ما عدا أنه خال من الجو وأن درجة حرارته في غاية الانخفاض . كسائر التوابع الأخرى الداخلية (ما عدا تابعي زحل الأبعدين وهما يايبيتوس وفوبه) ، يدور ربا في مستوي خط استواء زحل الذي هو ايضاً في مستوي الحلقات . لذلك تبدو الحلقات من ربا كخط دقيق من النور وتحفظ دائماً بهذا الشكل . لا يستطيع المراقب مطلقاً مشاهدة فاصل كسبي من ربا .
- (٢) - يبدو المشتري رائعاً . عندما ينظر اليه من امالثيا ، فيشاهد عليه ظلاً يو وأوروبا ظاهرياً بوضوح . امالثيا التابع المعروف رسمياً بالتابع رقم ٥ هو اقرب عضو في أسرة المشتري اليه . ويقع على مسافة ١١٠٠٠٠ كلم بعيداً عنه ، ويدور على بعد ١٨١٠٠٠ كلم من مركزه . لا يتعدى قطره ٢٠٠ كلم . وقد يكون شكله مشوهاً بسبب قوة جذب السيار . ستكون الرحلات الى امالثيا محفوفة بالأخطار بسبب وقوعها داخل منطقة اشعاع المشتري .

واكثرها كثافة . فهو يكاد ان لا يكون له جو . وقد يكون مكسواً بالجليد . ولا بد ان يكون منظر المشتري من على سطحه مهيباً .
يو (٢) هو أقرب التوابع الكبرى الى المشتري . وهو اصغر الاجرام المعروفة التي لها جو (لربما كان من الامونياك) . هناك أيضاً أمالثيا (٢) . وهو قمر قزم يدور حول المشتري على مسافة لا تتعدى ١٨١٠٠٠ كلم في مدة ١٢ ساعة . المُرَاقِب من سطح أمالثيا

العلاق وهو يدور بسرعة على نفسه متغيراً باستمرار . وتبرز أحزمته ومناطقه وبقعته الحمراء الكبيرة . كجميع التوابع الكبيرة . يتصف غنيميد بدوران متزامن . تستغرق دورته الكاملة حول المشتري أكثر من ٧.١٥ أيام ودورته المحورية وقتاً مماثلاً . بحيث يتجه دائماً نحو المشتري وجه واحد فقط من وجهه .

يبدو ان اوروبا اصغر توابع المشتري

(٢) - قد يبدو المشتري مهيباً على السماء لناظر واقف على سطح يو . أحد توابعه الاربعة الكبيرة . وستظهر له بوضوح الاحزمة المظلمة والمناطق الساطعة والبقعة الحمراء الكبرى . يقع يو على مسافة ٤٢٢٠٠٠ كلم عن مركز المشتري . وهي مسافة أطول بقليل من المسافة بين القمر ومركز الارض . لكن مدة دوران يو لا تتعدى ٤٢.٥ ساعة . لأن جاذبية المشتري القوية تجعله يدور في مداره بسرعة فائقة . يتحرك يو في غلاف المشتري المغنطيسي ويؤثر بذلك في البث الاشعاعي من السيار . من الممكن ان تكون بعض أجزاء سطح يو مغطاة بالجليد . يو هو أقرب التوابع الكبرى الى المشتري وهو اصغر الاجرام المعروفة التي لها جو (لربما كان من الامونياك) . لكن من المرجح أن يترك استكشاف المناطق قرب نظام حلقات المشتري . في بادئ الأمر على الأقل . الى مسابير اوتوماتيكية . ينجم الخطر عن الجسيمات المنبثقة بين الحلقات .



أمالثيا داخل منطقة اشعاع المشتري . وهو ما يجعل خطرهما شديداً .

مشكلات الوصول الى زحل

اذا تمت رحلات مأهولة الى المشتري خلال المائتي سنة المقبلة (وقد تم قبل ذلك بكثير) . فلا بد ان تتلو تلك المرحلة محاولة بلوغ زحل . لكن المشكلة هنا مختلفة نوعاً ما . اذ ان المسافة اطول . وان كان هناك ما يعوّض عن البعد . وهو ان زحل في ما يبدو لا تحيط به الاحزمة المميّنة التي تحيط بالمشتري .

روعة تيتان

من بين توابع زحل العديدة . تيتان هو اكثر اهمية واثارة من أي تابع للمشتري . فهو في الحقيقة ملهب للخيال . حجمه بحجم السيارات . يبعد عن زحل مسافة ١٢٠٠٠٠٠ كلم . قد يحتوي جوّه على غيوم . كثافته تفوق ١٠ أضعاف كثافة المريخ عند السطح . جو تيتان مكوّن . لسوء الحظ . في الدرجة الاولى من الميثان الذي لا يصلح للحياة كما هي معروفة على الارض . وفيه شيء من الهيدروجين .

اذا تم انشاء قاعدة على تيتان . فستكون شبيهة بقواعد المريخ من حيث الاكتفاء الذاتي . لن يكون فيها ايضاً أي أمل بالتجاة في حالات الطوارئ .

ستفوق مشاهدة زحل عن كُتب روعة واهمية مشاهدة أي شيء آخر داخل النظام الشمسي . وستكون اختباراً فريداً من نوعه اذا قوبل بمختلف الاختبارات التي تكون البشرية قد مرّت بها حتى ذلك التاريخ .

يرى المشتري مالئاً ربع السماء . وتبدو له معالم سطحه تتغير بأبطأ مما لو شوهدت من غنيميد أو أوروبا . وذلك لأن مدة دوران أمالثيا أطول بساعتين فقط من مدة دوران المشتري ذاته .

من المغربي حقاً ان نتصور مرصداً على سطح أمالثيا . لأنه سيكون مكاناً مثالياً لدراسة ما يجري على المشتري . لكن ذلك لن يكون ممكناً لسبب بسيط هو وجود



(٤) - من السهل رؤية زحل بالعين المجردة نجماً ساطعاً تحيط به النجوم من كل جانب . على الرغم من بعده . فهو أقرب بكثير من أي نجم . ويقع ضمن مدى المسابير الفضائية .

استكشاف السيارات النائية

ترتدي معالنه طابعاً خاصاً من الأهمية . لكن الرحلة اليه ستستغرق وقتاً أطول بكثير من الرحلات السابقة - وهذا ما لا يمكن تقديره من مجرد نظرة عابرة الى خريطة النظام الشمسي - لأن أورانوس يقع على بعد ٢٧٢٠ مليون كلم من الأرض . فالمركبة الفضائية المنطلقة نحو أورانوس . عندما تجتاز مدار زحل . لا تكون قد قطعت سوى نصف الطريق بين الأرض وبين أورانوس .

في منتصف السبعينات . كان المشتري أبعد كوكب وصل اليه مسبار فضائي . ومن المتوقع أن يبلغ المسبار بايونير ١١ زحل في عام ١٩٧٩ . تعد الآن مشاريع لارسال مركبات الى السيار العملاق التالي اورانوس الذي



مناطق اشعاع خطرة حول زحل كمناطق المشتري . مع أن أقرب التوابع الخمسة الى الكوكب هو ميراندا - لا يبعد عنه الا مسافة ١٣٠٠٠٠ كلم - فمن المرجح أن يتم أول انزال على واحد من أكبر التوابع ، كأرييل مثلاً (١) .

نبتون وتريتون

يقع نبتون وراء اورانوس . هنا أيضاً

من السابق لأوانه أن نتكهن بتاريخ أول رحلة بشرية الى اورانوس . ستحتاج هذه المغامرة الى مركبات أكثر تعقيداً بكثير من المركبات المصممة حالياً . وحتى لو تم ذلك . فقد يظل الهبوط على سطح السيار مستحيلاً . ذلك ان لأورانوس . كما للمشتري وزحل . سطح غازي . مع ان تركيب هذا السيار يختلف عن تركيبهما في تفاصيل مهمة متنوعة . ليس لدينا الآن ما يدل على وجود



(١) - يرى أورانوس هنا من على سطح تابعه أرييل في هذا الرسم التخيلي الفني . السيار الموجه الى أورانوس من الأرض يطلق أولاً الى جوار المشتري . عندئذ تستعمل جاذبية المشتري القوية لاجتذاب السيار ثم لتسريعه نحو أورانوس . من الواضح أن طبيعة أورانوس الغازية تحول دون أي انزال على سطحه . لكن من الممكن انزال سيار على أحد توابعه الخمسة . أقرب هذه التوابع الى أورانوس هو ميراندا . لكن هذا

(٢) - يدخل بلوتو أحياناً في مدار نبتون نتيجة لمداره المتغير المركز نسبياً . ومن المنتظر أن يمر في حضيه الشمسي المقبل عام ١٩٨٩ . خلال بض سنوات قبل هذا التاريخ وبعده . لن يبقى بلوتو أبعد سيار معروف في النظام الشمسي . أما في مرحلة الأوج . فهو بالعكس يتبعد الى أكثر من ٧٣٠٠ مليون كلم عن الشمس . قدرت درجة الحرارة على سطح هذا السيار بحوالي ٢٢٠ . ولم يكتشف عليه حتى الآن ما يشير الى

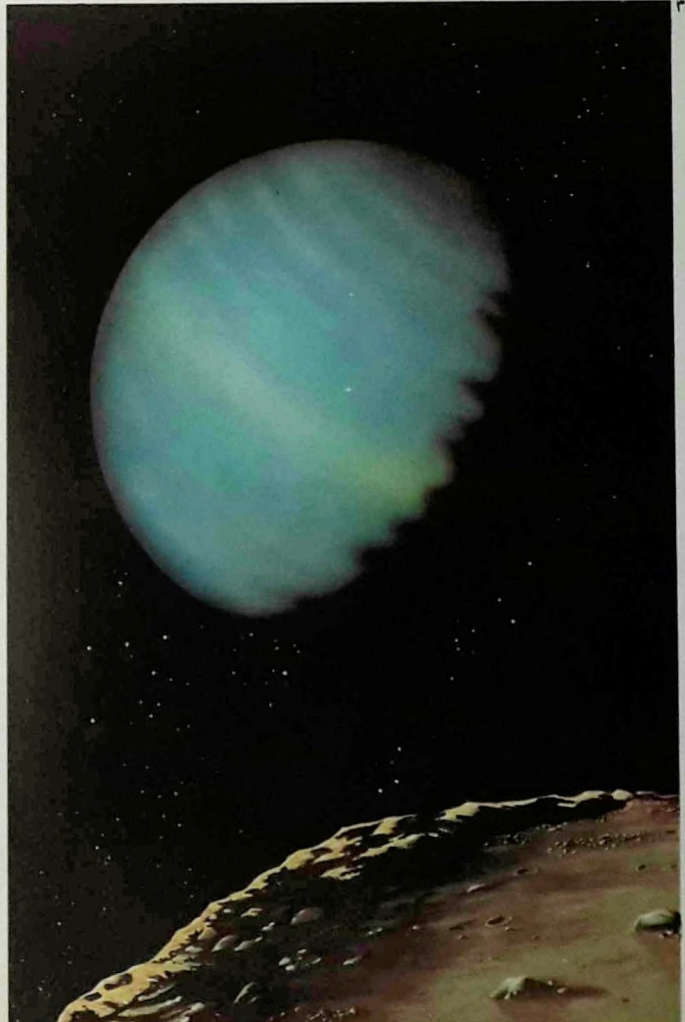
التابع صغير جداً . يأتي بعده أرييل الذي يدور حول أورانوس على بعد ١٩٢٠٠٠ كلم من مركز السيار في مدة يومين و ١٢ ساعة و ٢٩ دقيقة . لا نعلم شيئاً عن سطح أرييل . ولكن يبدو أن حجمه أصغر بكثير من حجم القمر . فقطره يبلغ حوالي ١٥٠٠ كلم . يدور أرييل . كسائر التوابع الأخرى . في مستوى خط استواء أورانوس . في هذا المشهد يرى أورانوس كلال . لكن قرنيه يمتدان من ناحية من خط الاستواء الى الناحية

وجود جوله . ويتألف سطحه بتركيب أقمار السيارات من الميثان المجلد . من الممكن الخارجية منه بتركيب أن يكون تركيبه أشبه السيارات ذاتها .

باتجاه تراجعي . لنبتون مدة دوران محوري تبلغ ١٥ ساعة و ٤٨ دقيقة . بينما لا تبلغ مدة دوران تريتون حوله الا ٥ أيام و ٢١ ساعة . بما أن هاتين الحركتين متعاكستان . يرى الناظر من تريتون سطح نبتون تتعاقب معالمه بسرعة فائقة تجعل منظر السيار فاتنا . إذا كان لا بد من اقامة مركز مراقبة في هذه المناطق المقفرة من النظام الشمسي . فمن المرجح ان يكون على سطح تريتون . أذان

تصبح المسافات شاسعة . فنبتون يبعد مرة ونصف المرة عن الأرض بعد أورانوس عنها (٣) . لكن هناك على الأقل تابع واحد لنبتون يفتح مجالاً للأمل . هو تريتون الذي هو أكبر من أي من توابع أورانوس . ومن الممكن أن يكون له جَوْ كجَوْ تيتان (أكبر توابع زحل) . وان لم يقم الدليل على ذلك حتى الآن . تريتون هو الوحيد بين التوابع الكبرى الذي يدور حول كوكبه الرئيسي

(٣) - لنبتون . خلافاً لأورانوس . انحناء محوري طبيعي يبلغ ٢٩ وهو ما يزيد بأقل من ٦ عن انحناء محور الأرض . من الصعب تبين التفاصيل على قرص نبتون المائل لونه الى الزرقة . لكن يبدو أن ثمة أوجه شبه بينه وبين أورانوس . يعطينا الرسم مشهداً له كما يظهر لمراقب له من نرايد وهو أصغر تابعي نبتون . ومتغير المركز . ويمكن أن يقترب من السيار الى مسافة دون ١٤٠٠ ٠٠٠ كلم . كما يبدو في الرسم . تستغرق دورة نرايد حول نبتون سنة أرضية تقريباً .



(٤) - بوسع المذنبات المتجولة التائهة في النظام الشمسي أن تخترق الفضاء الى ما وراء بلوتو . وهو أبعد السيارات المعروفة . يُرى هنا مسار يقترب من مذنب في رحلته . تظهر الأرض مع القمر في أعلى اليمين . بعكس السيارات . ليس المذنب حتماً صلباً مصمتاً . بل هو مؤلف من

نيرايڊ . التابع الآخر لنبتون . صغير للغاية . قطره لا يتعدى ٣٠٠ كلم . كما أن مداره المتغير المركز لا يؤهله لأن يكون قاعدة صالحة للمراقبة . وحتى من على سطح تريتون . قد لا تبدو الكواكب الأخرى على أحسن وجه .

السيار الأقصى

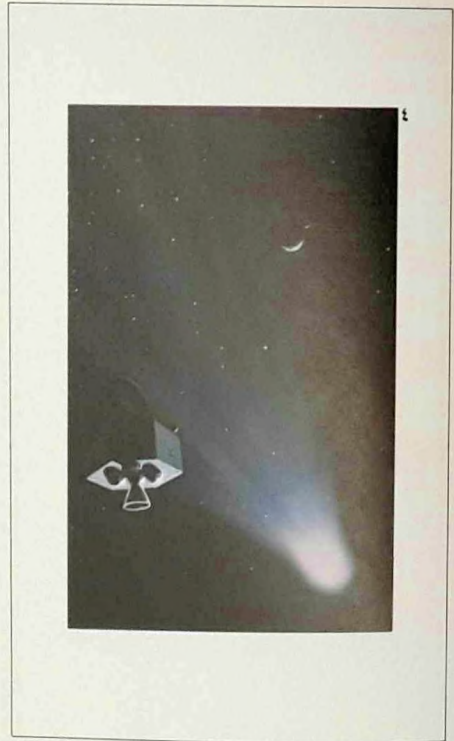
نعرف القليل عن بلوتو (٢) . أبعد

السيارات . انه أصغر بقليل من تريتون . وسطحه مكون من ميثان مجلد . مما يؤيد النظريات الشائعة لتفسير أصل النظام الشمسي وسباق تكون السيارات . عند الحضيض الشمسي . أي عند أقرب نقطة الى الشمس . يدخل بلوتو في مدار نبتون . وعبره المقبل في الحضيض متوقع عام ١٩٨٩ . أما عندما يدخل في الأوج . فإنه يبتعد عن الشمس مسافة ٧ مليارات كلم .

المعلومات التي سيرسلها مسبار فضائي يطلق في المستقبل نحو هذا السيار سوف تكون ذات فائدة كبيرة . ما تزال كتلة بلوتو غير معروفة بدقة . لكن التأثير الذي ستحدثه في هذا المسبار سيمكن العلماء من حساب قيمتها . اذا ما حط رواد فضاء يوماً هناك . فيجدون أن الشمس لا تبدو أضخم من المشتري كما يُرى من الأرض . مع انهم سيستضيئون ببعض النور الذي تلقه على سطح بلوتو الكئيب . سيكون الاتصال من بلوتو بالأرض بطيئاً . فالموجة الاشعاعية تستغرق مدة ٥ ساعات تقريباً لعبور المسافة بين السيارين . بحيث اذا بعثنا برسالة من الأرض . علينا ان ننتظر ١٠ ساعات قبل الحصول على جواب .

استكشاف المذنبات

بالرغم من ان بلوتو هو أبعد السيارات عنا . فقد تتاح لنا فرص لدراسة مواد تأتي من مناطق أبعد منه في النظام الشمسي (٤) . فهناك المذنبات . وهي أجسام شبه طفيفة غير متماسكة ولأكثرها مدارات متغيرة المركز . فقد بات من الممكن ارسال مسبار عبر أحد المذنبات بعد ان ينطلق من المنطقة الواقعة وراء مداري نبتون وبلوتو .



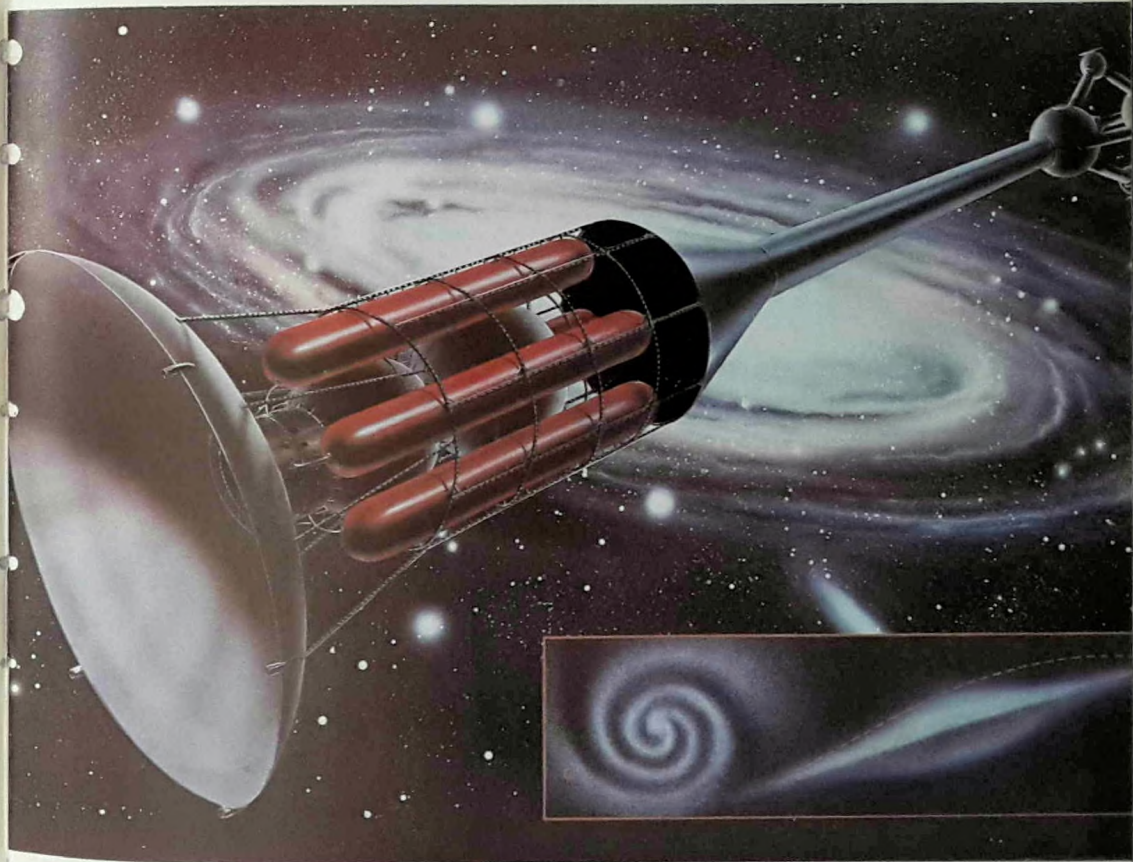
جسيمات صغيرة نسبياً
لأكثرها طبيعة جليدية
ممزوجة بغازات في غاية
الرقّة . لذلك ليس ما يمنع أن
يخترقها مسبار . الذيل رفيع
بصورة خاصة . بحيث أنه
بالامكان من خلاله رؤية
النجوم الموجودة ورائه .

ما وراء مملكة الشمس

مأهولة قد أرسلت الى عوالم كالمريخ . بيئتها ليست شديدة المناوأة للحياة . وتقع على مسافة معقولة من الأرض . ولكن تم للانسان أن ينتهي يوماً من استكشاف نظامه الشمسي . فلن يكون ذلك الا بداية رحلات جديدة لاستكشاف رحاب الكون الأخرى .

معضلات السفر بين النجوم
النظام الشمسي جزء صغير من الكون .

يتقدم استكشاف النظام الشمسي بخطى ثابتة . اذا استمر هذا التقدم . فقد تبلغ المسابير المنطلقة من الأرض جميع السيارات في غضون السنوات الخمسين القادمة . وربما قبل ذلك . في تلك الاثناء . تكون سفن فضائية



الى الأرض

حتى لو سار مسبار بسرعة الضوء .
فرحلته قد تستغرق حوالى ٤ سنوات قبل
بلوغ نجم الظلمان القريب (بروكسيما) .
وهو أقرب نجم إلينا من النجوم الشبيهة
بالشمس من حيث أن لها مثلها كواكب سيارة
تدور حولها . لكن . وفقاً لنظرية النسبية
- التي اجتازت حتى الآن كل التجارب
بنجاح - يستحيل على أي جسم مادي أن

فاذا مثلنا المسافة بين الأرض والشمس بخط
طوله ٢,٥ سم . تكون أقرب النجوم إلينا على
بعد ٧ كلم . المسافات النجمية بعيدة إلى حد
أنها لم تصبح بعد في متناول التقنيات
البشرية . لقد أطلق المسباران . بايونيير ١٠ .
فمر بالمشتري عام ١٩٧٣ . وبايونيير ١١ فمر
به بعد سنة تقريباً . لكننا نعلم علم اليقين
مع ذلك أن أيًا منهما لن يبلغ نجماً واحداً
قبل آلاف السنين . ولن يرسل منه اشارات



(١) - يمكن الوصول إلى
القمر من الأرض خلال أيام
قليلة . كما يمكن إرسال
صاروخ إلى المريخ أو إلى
الزهرة خلال بضعة أشهر .
غير أن الرحلات إلى النجوم
تبدو بشكل مختلف كل
الاختلاف وتشير عدة
مشكلات . فالمسافات هنا تبلغ
ملايين الملايين من الكيلو
مترات . والضوء ذاته . الذي
ينتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كلم في
الثانية . يستغرق أكثر من ٤
سنوات ليصل إلينا من أقرب
نجم . فلا أمل إذن للصواريخ
التي تعمل بطاقة كيميائية من
النوع المستعمل اليوم في
الوصول إلى أي من النجوم .

من برج الميزان . الذي صور
عاكس بالومار (قطره
٥٠.٨ سم) يجب اعتبار كل نجم
كناية عن شمس قائمة
بذاتها . قد يكون لكل من
هذه الشمس أسرة سيارات .
لكن ليس ثمة أي برهان
بصري على ذلك . فليس من
مربى بني أو صمم حتى الآن
يمكنه أن يريتنا . خارج
نظامنا الشمسي . أي سيار
لأي نجم من النجوم .

طاقم مؤلف من ٣٠٠ إلى ٥٠٠
شخص . في خلفية الرسم ترى
مجرتنا . وفي المستطيل إلى
أسفل اليمين . تبدو المجرة
متجهة جانبياً بالنسبة إلى
موقع النظام الشمسي المشار
إليه بدائرة حمراء . يتطلب
المسبار . حتى لو كان بسرعة
الضوء . ١٠٠٠٠٠ سنة لاختراق
المجرة من طرف إلى آخر .

(٢) - في عقود النجوم هذا

النسبية . ليس بإمكان أي
جسم مادي أن يصل تماماً إلى
سرعة الضوء . لأن كتلة هذا
الجسم يجب أن تصبح عندئذ
لا متناهية) . مبدئياً . يمكن
تشبيه صاروخ فوتوني بمشعل
كهربائي هائل يُدفع إلى
الأمام بواسطة الضوء ذاته
المنبعث منه . يرى هنا أحد
التصاميم الممكنة لهذا
الصاروخ . يجب أن يزيد
طوله عن ٩,٥ كلم وأن يسيره
الضوء . (وفقاً لنظرية

يسير بسرعة الضوء . مهما يكن من أمر .
فأية سفينة فضائية تصمم على أساس معلوماتنا
التقنية الحاضرة سوف تكون بطيئة للغاية
بالنسبة الى هذا المقياس .

من هنا . يبدو واضحاً أن الاسفار الى
النظم النجمية الأخرى تستلزم تقنيات خاصة
ما زالت مجهولة اليوم . تقنيات تكون متقدمة
على معلومات عصرنا بقدر تقدم تلفزيون
اليوم على عصر يوليوس قيصر . طُرحت عدة

اقتراحات في هذا الصدد على بساط البحث .
منها ما جاءت به الروايات العلمية التخيلية .
كأرسال سفينة فضائية يتعاقب على قيادتها
جيلاً بعد جيل رواد يعيشون ويتوالدون
ويموتون على متنها حتى بلوغ هدف
الرحلة .

كل ما يمكن قوله الآن هو أننا لا نعرف
بعد أي طريقة تمكّنا من السفر الى النجوم .
غير أن تقدماً فجائياً قد يحدث . كما أنه من

(٢) - يقع هذا السيار
القاحل الميت في اطراف نظام
سيارات افتراضي . وهو
بمناية بلوتو هذا النظام . لقد
انفجر النجم الأوسط . وهو
نظام ثنائي . متحولاً الى نجم
متجدد . فأحدث توقدًا هائلاً .
وإن موقنا . فاحترق من جزائه
سطح السيار بفعل الاشعاع
الهائل . وتبخر ماؤه . وتبدد
جوه بحيث لم يعد بالإمكان
أن يبقى فيه أي حي على قيد
الحياة . والسيارات الداخلية
للنظام تحطمت كلياً . أما
سماؤه . فقد اكتسبت مظهراً
شبهاً بالفجر . أحدثه غلاف
من الغازات التي أطلقها النجم
عندما تمددت طبقة
الخارجية . بعد الانفجار .
يبقى السيار بارداً وقاحلاً .
يتابع دورانه حول ما كان
في السابق شمس الرائعة .

(٤) - زيتا مسك الأعنة
نظام ثنائي مؤلف من عملاق
أحمر مفرط الضخامة ونجم
أبيض أصغر منه بكثير على
وشك الكوف . العملاق
الأحمر نجم هرم غادر السلسلة



الممكن تصور كائنات من سيارات أخرى تزور أرضنا . قبل أن نكون قد تقدمنا تقدماً يسمح لنا بزيارة « أرضها » .

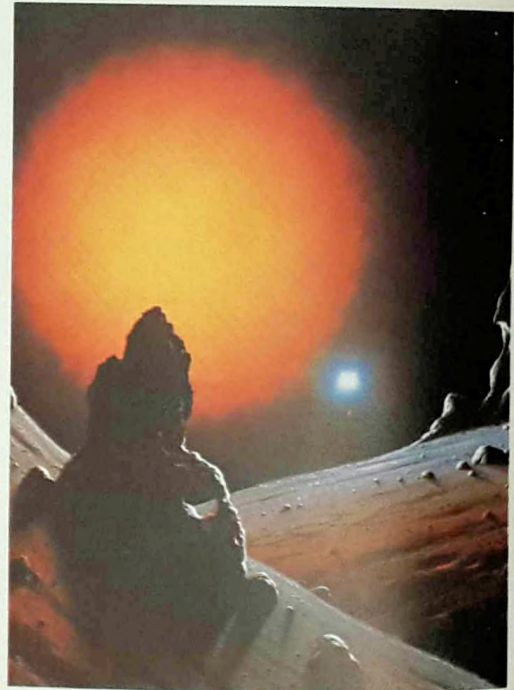
اكتشاف سيارات جديدة

عن ذلك . لما كانت الأقزام من طراز ج واسعة الانتشار في مجرتنا . فليس مستبعداً أن تكون أنظمة الكواكب السيارة متوافرة فيها . أما أنواع النجوم الأخرى . فهي لا تفسح لنا مجالاً واسعاً للأمل . فالعلاق الأحمر مثلاً . الذي يكون قد غادر السلسلة الأساسية وانتفخ الى أضعاف حجمه الأول . لا بد أن يكون قد أبتلع جميع السيارات التي ربما كانت تدور يوماً في فلكه (٤) . كما أن النجم الضخم والحر . الأبيض أو الأزرق . الذي يكون قد اجتاز المرحلة الأولى من تطوره بسرعة فائقة . يكون قد حال بذلك دون تكون سيارات شبيهة بالأرض حوله .

أما النجوم الحمراء الباهتة . فهي من الضعف بحيث لم يتيسر لها قط الدخول في السلسلة الرئيسية . وهي آخذة الآن بالانطفاء . من هذا النوع الأخير . نجم برنارد . الذي يتعدى قليلاً بعده عن الأرض خمس سنوات ضوئية . والذي . لأنه « يترنح » قليلاً أثناء سيره في الفضاء . حمل البعض على الاعتقاد بأن ثمة سياراً أو سيارات تدور حوله فتدفعه خارج موقعه .

بيئة غريبة

بناء على المعايير الأرضية . لا بد لأي سيار يدور حول نجم كنجم برنارد أن يكون عالمًا كثيفاً . فمصدر نوره الوحيد يكون شمساً حمراء باهتة . ويكون بالتالي كوكباً بارداً . كما أن أي نوع من الحياة عليه لا مفر له من التصارع مع بيئة لا يمكن للإنسان أن يعيش فيها . مع ذلك . ليس من الحكمة التأكيد منذ الآن أن مثل هذه السيارات غير صالحة للاستعمار .



الرئيسية وانتفخ الى درجة أن قطره أصبح يفوق مدار الأرض حول الشمس . عندما أصبح متوقداً . رفع درجة حرارة سيارته الى حد لا يطاق . مما أدى الى فناء سيارته الداخلية . في نظام كهذا . ليس من أمل بالعثور على الحياة . في الرسم منظر لسيار افتراضي .

عَوَالِمُ أُخْرَى

كانت الظروف غير مؤاتية إطلاقاً . لما كانت
اجسام حية قد ظهرت على الأرض أبداً .
الحياة . حيثما توجد . تكون منسجمة مع
بيئتها . فلو كان نجم شبيه بالشمس في
نقطة أخرى من الفضاء . يرافقه سيار له حجم
الأرض وكتلتها ويدور حوله كذلك على بعد
١٥٠ مليون كلم . فمن المعقول توقع وجود
حياة عليه كالحياة الأرضية . في عام ١٩٧٢ .
أطلق بايونير ١٠ لسبر ما وراء النظام

نمت الحياة على الأرض وفاقاً للنماذج
التي نعرفها لها . لأن الظروف فيها كانت
ملائمة لهذه النماذج . فلو كانت الأرض أصغر
مما هي عليه أو أبرد أو أقل تماسكاً . لكانت
الحياة قد اتخذت عليها اشكالاً مختلفة ؛ ولو

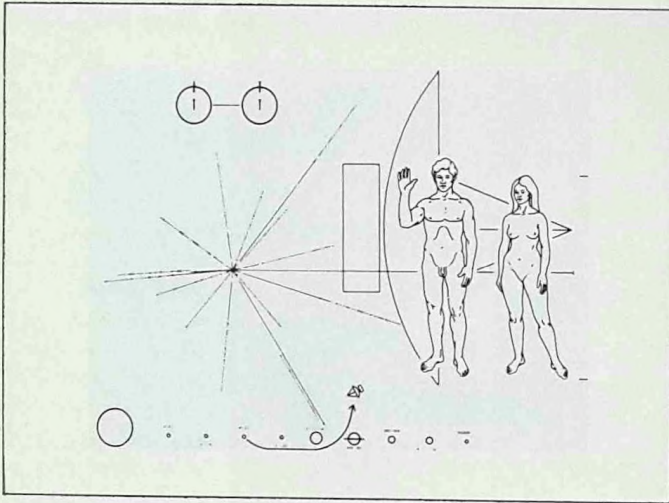


الشمسي . وهو مزود بصفيحة (٢) للاتصال بأي شكل من اشكال الحياة العاقلة التي قد يصادفها .

أشكال حياة غريبة ؟

يجب ان لا نتوقع ان تكون جميع اشكال الحياة في الكون مطابقة لنمط الحياة الارضية . فليس ما يمتنعنا . نظرياً . من تصوّر فلكي مثلاً له ست ارجل ورأسان . لكن

إذا كان تكوينه العضوي . مع ذلك . يشبه التكوين البشري . فلا يجوز اعتباره . على الرغم من مظهره المختلف . واحداً من تلك الكائنات التي يسميها الروائيون مسوخاً . فهذا الوصف يجب ان يقتصر على الكائنات التي تكون في غاية الغرابة . تنتشق الميثان الصرف مثلاً . وتعيش في بيئة تبلغ حرارتها - ١٥٠ أو ما دون . لا يمكن الجزم بعدم وجود حياة خارج أرضنا . بل كل ما يمكن عمله هو أن



(١) - من الممكن . حسب التحقيقات الأخيرة . أن يكون لنجم الظلمان « القريب » (بروكيسما) . وهو أقرب نجم الى الأرض . سيار يدور حوله . لذلك يتركز هذا الرسم لسطحه على شيء يتعدى الخيال الصرف . نجم الظلمان القريب نجم أحمر قزم باهت لم يلتحق قط بالسلسلة الرئيسية ولم يمر بمرحلة العملاقة . وهو لا ينشر على توابعه من الضوء بقدر ما تنشر الشمس على توابعها . يفترض ان يكون للسيار الذي يظن أنه يدور حوله . مدة دوران تستغرق من ١٠ سنوات الى ١٢ سنة . ليست حافة بروكيسما الخارجية محددة بوضوح . كطنف شمسنا . بل هي منتشرة . لأن كثافة الطبقات الخارجية فيه ضئيلة . يظن أيضاً ان للسيار جواً رقيقاً . ولما كان بروكيسما نجماً متغيراً . فلا بد أن يكون مناخ سياره الداخلي غير مستقر ومنظيره كئيباً جداً . ولا ينتظر أن توجد عليه حياة . أما الماء الذي يظهر في الرسم بشكل

بها بالنسبة الى مقياس عالمي ثابت هو تواتر بث ذرة الهيدروجين (الى أعلى اليسار) . التناقض المنتظم لتواترات البلسارات سيعطي الوقت الذي انقضى منذ الاطلاق . يظهر في الرسم موقع الأرض في النظام الشمسي مع مسار بايونير (الى الأسفل) . كذلك يظهر الذكر والأنثى ممثلين بالنسبة الى حجم بايونير .

تري من الأرض . الى يسار « W » نجم آخر . هو شمسنا التي يمكن ان ترى بسهولة بالعين المجردة .

(٢) - هذه الصفيحة . حملها بايونير ١٠ الذي أطلق عام ١٩٧٢ وهي أول مركبة تعاد النظام الشمسي . تمثل الخطوط الشعاعية ١٤ بلسارا . وتعطي الرموز الثنائية تواتر

بحيرة تتألق فيها بلورات جليدية . فمن الممكن أن تكون موجودة على سطحه . تمثل الدائرة السوداء تابعاً مفترضا له . كما يمكن أن يظهر بشكل ظل على قرص بروكيسما الأحمر . يرى في السماء شكل W . وهو الشكل المألوف لكوكبة ذات الكرسي التي جميع نجومها بعيدة وتُشاهد بالتالي من بروكيسما تماماً كما

السيارات . ليس ما يحول دون وجود سيار
شبيه بالأرض يلزمها . وإذا وجد . يصبح من
المعقول أن يكون سكان ذلك السيار . في هذا
الوقت بالذات . يتساءلون عن امكانية وجود
كائنات عاقلة على سيار يدور حول نجم أصفر
اللون ومن القدر الرابع موجود في سمائهم .
إذا كان هذا السيار الافتراضي واقعاً على بعد
من دلتا الطاووس يفوق بعد الارض عن
الشمس . فلا بد أن يحدث الطقس البارد فيه

ندرس الوقائع المتوفرة لدينا . ثم أن نقوم
بتفسيرها التفسير الاقرب الى العقل .
من المفروض أن تنشأ . مبدئياً . على سيار
من نوع الأرض . حياة من نوع الحياة
الأرضية . شبيهة اساسيا بحياتنا ومعرضة
بدون شك لمواطن الضعف ذاتها . لو اخذنا
دلتا الطاووس . مثلاً . التي تبعد عنا مسافة
١٩ سنة ضوئية . فهي شبيهة بالشمس بشكل
مدهش . لكننا نجهل ما إذا كان لها نظام من

(٢) - من الممكن أن يكون
مرقب راديوي . من النوع
المرسوم هنا . موجوداً على
سيار آخر من مجرتنا بعيد
جداً . يستعمل لارسال رموز
بشكل رياضي . النجمة الأم
(في الأسفل الى اليسار)
شبيهة بشمسنا والسيار ذاته
شبيه بأرضنا . وهذا يعني ان
أياً من أشكال الحياة الموجودة
هناك يمكن أن يكون شبيهاً
بالاشكال الموجودة الآن على
الأرض . على مقربة من
ذلك . يرى أيضاً تابع ضخم .
أما المرقب الراديوي . فهو
منهي وفاقاً للمبادئ ذاتها في
معهد ستانفورد
التكنولوجي .

(٤) - يمكن أن يتم الاتصال
بحضارات غريبة عن الأرض
بواسطة الرياضيات . وهي
نظام اكتشفه الانسان أكثر مما
اخترعه . من الطرائق المقترحة
بث اشعارات على نوعين
(نقط وخطوط) . فترسل
٢٠٩ اشعارات بشكل صفر و
٠١ بإمكان ملتقط الاشارات
أن يترجم الصفر الى
مربعات سوداء والاحاد الى



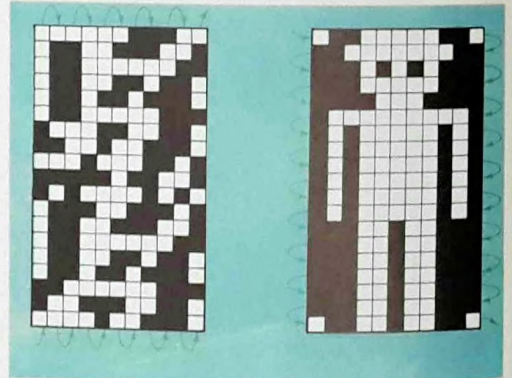
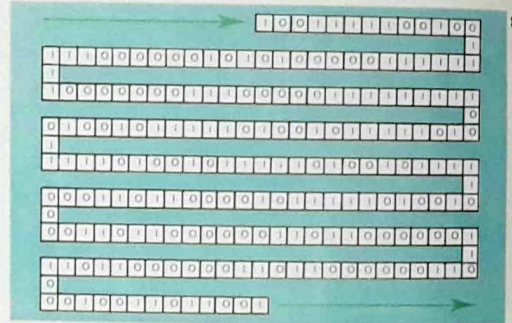
تطلعات مختلفة :

كثير من نجوم المجرة ينتمي الى أنظمة ثنائية . ومما يفتن الألباب تصور سيار تنيره شمسان . قد تكونان من لونين مختلفين . أحدهما صفراء والأخرى زرقاء . فتحدثان معا اثراً لونياً غريباً ورائعاً . هناك أيضاً نجوم متغيرة . بعضها منتظم تماماً وبعضها الآخر عنيف الانفجار . من الصعب تصور نجم متغير يلزمه سيار عليه حياة . لأن التقلبات القصوى في المناخ غير مؤاتية للحياة . مهما يكن من أمر . فأكثر النجوم المتغيرة متقدمة في تطورها بحيث أن الحياة على أي من سياراتها الباقية لا بد أن تكون قد تلاشت منذ زمن سحيق .

الاتصالات بين النجوم

في عام ١٩٦٠ ، دشن علماء الاتصال الراديوي الفلكي في غرين بنك . وست فرجينيا . برنامجاً طموحاً عرف رسمياً باسم مشروع أوزما . فقد ركزوا . بواسطة معدات قوية . على أقرب نجمين شديدي الشبه بالشمس . لكنهما أصغر منها . ويبعدان أكثر من ١٠ سنوات ضوئية . هما تاو الحوت وابسيلون النهر . اختيرت موجة طولها ٢١,١ سم . لأنها تطابق موجات اشعاعات غيوم الهيدروجين الباردة المنتشرة في المجرة . لا بد أن يكون فلكيون آخرون . حيثما وجدوا . قد خصوا هذا الطول الموجي بانتباههم . لعل سنة ١٩٨٠ هي أقرب تاريخ ينتظر فيه ورود اشارات من عالم آخر الى الأرض . لكن قد تنقضي سنوات عديدة قبل أن يتم أول اتصال .

أشكال حياة فيه تكون أشبه ما تكون بأشكال الحياة في مناطقنا القطبية : أما اذا كان واقعاً على مسافة أقرب الى الشمس . فيعقل ان يكون نمط الحياة عليه قريباً من النمط الاستوائي الأرضي . مما لا ريب فيه ان هذا لا يتعدى نطاق التكهنات . لأن أحداً لا يعلم ما اذا كان السيار القادر على استيعاب الحياة قادراً أيضاً على انتاجها . ولكن ليس ما يمنع أن يكون ذلك ممكناً أيضاً .



مربعات بيضاء . (أو العكس بالـعكس) لما كان للرقم ٢٠٩ من ١١ . يعطي الخيار الثاني الصورة الصحيحة المفهومة . صورة انسان . كما يبدو ذلك في الرسم .

مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة
مجموعة من ١٩ أو ١٩ مجموعة

النظام الشمسي

اسم الكوكب	بعده عن الشمس (بملايين الكيلومترات)	قطره (بالكيلومترات)	كتلته (بالكتل الارضية)	مدة دورانه المحوري
عطارد	٥٨	٤٨٨٠	٠,٠٥	٥٨,٧ يوما
الزهرة	١٠٨,١٩	١٢١٠٠	٠,٨٢	٢٤٣ يوما
الأرض	١٤٩,٥٩	١٢٧٥٦	١,٠٠	٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثوان
المريخ	٢٢٧,٩٤	٦٧٩٠	٠,١١	٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة و ٢٣ ثانية
المشتري	٧٧٨,٣٨	١٤٢٨٠٠	٣١٧,٩	٩ ساعات و ٥١ دقيقة
زحل	١٤٢٧	١٢٠٠٠٠	٩٥,٢	١٠ ساعات و ١٤ دقيقة
أورانوس	٢٨٦٩	٥١٨٠٠	١٤,٦	١٠ ساعات و ٤٨ دقيقة
نبتون	٤٤٩٦	٤٩٨٠٠	١٧,٢	١٥ ساعة و ٤٨ دقيقة
بلوتو	٥٩٠٠	٥٩٩٨	٠,٠٨	٦,٣٩ أيام
القمر (بعده عن الارض)	٣٨٤٠٠٠	٣٤٧٧	٠,٠١٢	٢٧,٣٠ يوما
الشمس	-	١٣٩٢٣٠٠	٣٣٣٠٠٠	٢٥,٤ (عند خط الاستواء)

أشد النجوم لمعاناً

الاسم	التقدر الظاهر	التقدر المطلق	البعد (بالسنوات الضوئية)
الشعرى اليمانية	- ١,٥	+ ١,٤	٨,٧
سهيل	- ٠,٧١	- ٥,٥	٣٠٠
ألفا الظلمان	- ٠,٢٧	+ ٤,٦	٤,٣
السمك الرامح	+ ٠,٠٦	- ٠,٣	٣٦
النسر الواقع	٠,٠٣	+ ٠,٣	٣٦
العيقوق	٠,٠٩	+ ٠,١	٤٥
الرجل	٠,١٥	- ٨,٢	٨٥٠
الشعرى الشامية	٠,٣٤	+ ٢,٨	١١
آخر النهر	٠,٤٩	- ١,٣	٧٥
منكب الجوزاء	متغير	متغير	٦٥٠
الطير	٠,٧٥	+ ٢,١	١٦

دائرة البروج

مدة دورانه الفلكي	عدد توابعه	الاسم	الرمز	المدة
٨٨ يوما	٠	الحمل	♈	٢١ مارس - ٢٠ ابريل
٢٢٤,٧٠ يوما	٠	الثور	♉	٢١ ابريل - ٢١ مايو
٣٦٥,٢٥ يوما	١	التوأمان	♊	٢٢ مايو - ٢١ يونيو
٦٨٦,٩٦ يوما	٢	السرطان	♋	٢٢ يونيو - ٢٣ يوليو
١١,٨٦ سنة	١٣	الاسد	♌	٢٤ يوليو - ٢٣ اغسطس
٢٤,٤٦ سنة	١٠	العذراء	♍	٢٤ اغسطس - ٢٣ سبتمبر
٨٤ سنة	٥	الميزان	♎	٢٤ سبتمبر - ٢٣ اكتوبر
١٦٤,٨ سنة	٢	العقرب	♏	٢٤ اكتوبر - ٢٣ نوفمبر
٢٤٧,٧ سنة	٠	الرامي او القوس	♐	٢٣ نوفمبر - ٢١ ديسمبر
-	-	الجدي	♑	٢٢ ديسمبر - ٢٠ يناير
٢٢٥ مليون سنة حول	٩	الدلو	♒	٢١ يناير - ١٩ فبراير
نواة المجرة		الحوت	♓	٢٠ فبراير - ٢٠ مارس

اقرب النجوم	الاسم	القدر الظاهر	القدر المطلق	البعد (بالسنوات الضوئية)
	بروكيما الظلمان	١٠,٧	١٥,١	٤,٣
	ألفا الظلمان	٠,٠	٤,٤	٤,٣
	نجم برنارد	٩,٥	١٣,٢	٦
	الذنب ٣٥٩	١٣,٥	١٦,٥	٨,١
	لالاند ٢١١٨٥	٧,٥	١٠,٥	٨,٢
	لويتن ٧٢٦ - ٨	١٢,٤١	١٥,٤	٨,٧
	الشعري اليمانية	١,٥ -	١,٤	٨,٧
	روس ١٥٤	١٠,٦	١٣,٣	٩,٣
	روس ٢٤٨	١٣,٢	١٤,٧	١٠,٣
	إبسيلون النهر	٣,٧	٦,١	١٠,٨
	روس ١٢٨	١١,١	١٣,٥	١١,١
	لايتن ٧٨٩ - ٦	١٢,٢	١٤,٦	١١,١

أهم الرحلات الفضائية

اسم المركبة الفضائية	تاريخ اطلاقها	قيادتها	منجزاتها
سبوتنيك ١ (سوفيتي)	٤ اكتوبر ١٩٥٧	غير مأهول	اول تابع اصطناعي يطلق في الفضاء .
سبوتنيك ٢ (سوفيتي)	٣ نوفمبر ١٩٥٧	غير مأهول	اول تابع فيه حيوان (الكلب لايبكا) .
اكسلورر ١ (امريكي)	٣١ يناير ١٩٥٨	غير مأهول	اول تابع امريكي
لونا ١ (سوفيتي)	٢ يناير ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تنعقد من جاذبية الأرض .
لونا ٢ (سوفيتي)	١٢ سبتمبر ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تحط على القمر .
لونا ٣ (سوفيتي)	٤ اكتوبر ١٩٥٩	غير مأهول	اول مركبة فضائية تدور حول القمر وتصور وجهه المخفي .
بايونير ٥ (امريكي)	١١ مارس ١٩٦٠	غير مأهول	اول مسبار فضائي .
تيروس (امريكي)	١ أبريل ١٩٦٠	غير مأهول	أول تابع لدراسة الطقس .
فوستوك ١ (سوفيتي)	١٢ ابريل ١٩٦١	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل بشراً وتدور حول الأرض (يوري غاغارين) .
مركوري - ريدستون ٣ (امريكي)	٥ مايو ١٩٦١	مأهول	اول مركبة فضائية امريكية تحمل بشراً (ألن شيرد) .
مركوري - اطلس ٦ (امريكي)	٢٠ فبراير ١٩٦٢	مأهول	اول مركبة فضائية امريكية مأهولة تدور حول الارض (جون جلن)
تليستار (امريكي)	١٠ يوليو ١٩٦٢	غير مأهول	اول مرخل تلفزيوني عبر المحيط الاطلسي .

أهم الرحلات الفضائية

اسم المركبة الفضائية	تاريخ إطلاقها	قيادتها	منجزاتها
مارينر ٢ (أمريكي)	٢٧ أغسطس ١٩٦٢	غير مأهول	اول مركبة فضائية تمر بالقرب من الزهرة وتقيس درجات جؤها وسطحها .
مارس ١ (سوفيتي)	١ نوفمبر ١٩٦٢	غير مأهول	اول مركبة فضائية تمر بالقرب من المريخ .
فوستوك ٢ (سوفيتي)	١٦ يونيو ١٩٦٣	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل امرأة (فالنتينا تيرشكوا) .
فوسكهود ١ (سوفيتي)	١٢ أكتوبر ١٩٦٤	مأهول	اول مركبة فضائية تحمل ثلاثة رجال .
مارينر ٤ (أمريكي)	٢٨ نوفمبر ١٩٦٤	غير مأهول	اول مركبة فضائية تقترب من المريخ وتأخذ صوراً عن سطحه وتدرس جوه .
فوسكهود ٢ (سوفيتي)	١٨ مارس ١٩٦٥	مأهول	اول رجل يسير في الفضاء (الكسي ليونوف يسير ١٠ دقائق) .
جمني ٣ (أمريكي)	٢٣ مارس ١٩٦٥	مأهول	اول مناورات مدارية يقوم بها بشر في مركبة فضائية .
فينيرا ٣ (سوفيتي)	١٦ نوفمبر ١٩٦٥	غير مأهول	اول مركبة فضائية تحط على كوكب سيار .
لونا ٩ (سوفيتي)	٣١ يناير ١٩٦٦	غير مأهول	اول مركبة فضائية تهبط برفق على القمر وتصور سطحه .
جمني ٨ (أمريكي)	١٦ مارس ١٩٦٦	مأهول	اول اللقاء فضائي بين مركبتين .
لونا ١٠ (سوفيتي)	٣١ مارس ١٩٦٦	غير مأهول	اول مركبة فضائية تدخل مدار القمر .

اول مركبة فضائية امريكية تهبط برفق على القمر وتصور سطحه . هبوط على الزهرة وارسال معلومات عن جوها قبل بلوغ سطحها . اول دوران حول القمر يقوم به بشر في مركبة فضائية .	غير مأهول	٣٠ مايو ١٩٦٦	سورفايور ١ (امريكي)
هبوط اول بشر على سطح القمر (نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين) .	مأهول	١٦ يوليو ١٩٦٩	ابولو ١١ (امريكي)
اول بث الى الارض من على سطح القمر . هبوط برفق على القمر واخذ عيّنات من ترابه بطريقة آلية .	غير مأهول	١٧ اغسطس ١٩٧٠	فينيرا ٧ (سوفيتي)
اول اقامة في محطة الفضاء سليوت (٢٣ يوماً) .	غير مأهول	١٣ سبتمبر ١٩٧٠	لونا ١٦ (سوفيتي)
اول مسبار يطلق نحو المشتري .	مأهول	٦ يونيو ١٩٧١	سويوز ١١ (سوفيتي)
آخر وأطول اقامة على القمر (٧٥ ساعة) .	غير مأهول	٧ مارس ١٩٧٢	بايونير ١٠ (امريكي)
اول مسبار يطلق نحو زحل .	مأهول	٧ ديسمبر ١٩٧٢	ابولو ١٧ (امريكي)
يرسل الى الارض اولى الصور عن عطارد والزهرة المأخوذة عن كُتب .	غير مأهول	٦ ابريل ١٩٧٣	بايونير ١١ (امريكي)
اطول رحلة فضائية (٨٤ يوماً) .	مأهول	٣ نوفمبر ١٩٧٣	مارينر ١٠ (امريكي)
	مأهول	١٦ نوفمبر ١٩٧٣	سكاي لاب ٣ (امريكي)

اول تابع لدراسة مناخ اوروبا . تابع للمواصلات . اول تابع تطلقه الصين . تابع لدراسة الاشفاق . انتهاء اطول رحلة فضائية حتى ذلك التاريخ دامت ٩٦ يوما و ١٠ ساعات تم خلالها التقاء بسلبيوت ٦ . مسبار الى الزهرة لدراستها . مسبار الى الزهرة لدراستها . انتهاء اطول رحلة فضائية حتى ذلك التاريخ دامت ١٣٩ يوما و ١٤ ساعة تم خلالها التقاء بسلبيوت ٦ واقامة فيها واستقبال رائدي فضاء فيها قدما في سويوز ٢٦ ورائدين آخرين قدما في سويوز ٢٨ واستلام مؤن من عربات فضائية غير مأهولة . هبوط ناجح على الزهرة لمتابعة دراستها .	ماهول غير مأهول غير مأهول ماهول غير مأهول غير مأهول	٢٣ نوفمبر ١٩٧٧ ٥ ديسمبر ١٩٧٧ ٢٥ يناير ١٩٧٨ ٤ فبراير ١٩٧٨ ١٦ مارس ١٩٧٨ ٢٠ مايو ١٩٧٨ ١٨ اغسطس ١٩٧٨ ٢ نوفمبر ١٩٧٨ ديسمبر ١٩٧٨	ماتيسات (امريكي) ساكورا (ياباني) شاينا ٨ (صيني) اكوس (ياباني) سويوز ٢٧ (سوفيتي) بايونير فينوس ١ (امريكي) بايونير فينوس ٢ (امريكي) سويوز ٣١ (سوفيتي) فينيرا ١١ وفينيرا ١٢ (سوفيتي)
---	--	--	---



اقرأ أيضاً

(العنوان الرئيسي يشير إلى الموضوع الذي تدرسه .
أما العناوين الفرعية فهي لاستكمال البحث .)



٢٤٤	استعمار القمر	٣٢	أفلاك لا تهدأ
٢٣٦	تاريخ المنجزات الفضائية		الأبعاد الفلكية
	بنية القمر		الأبعاد الفلكية
٥٦	القمر	٢٨	أفلاك لا تهدأ
٦٠	الرحلات الى القمر		المناظير والمراقب
٦٨	خرائط القمر	٤٠	المراصد الكبرى
٧٢	منظر شامل للقمر		المراصد الكبرى
	خرائط القمر	٣٦	المناظير والمراقب
٥٦	القمر	٤٤	الفلك غير المنظور
٦٠	الرحلات الى القمر		الفلك غير المنظور
٦٤	بنية القمر	١٦٨	البُلمسات والفجوات السوداء
٧٢	منظر شامل للقمر	٢٠٠	المجرات الاشعاعية والكوازارات
	منظر شامل للقمر		تطور نظامنا الشمسي
٥٦	القمر	٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
٦٠	الرحلات الى القمر		اعضاء نظامنا الشمسي
٦٤	بنية القمر	٤٨	تطور نظامنا الشمسي
٦٨	خرائط القمر		القمر
	عطارد	٦٠	الرحلات الى القمر
٢٥٢	استكشاف السيارات الداخلية	٦٤	بنية القمر
٢٣٦	تاريخ المنجزات الفضائية	٦٨	خرائط القمر
٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي	٧٢	منظر شامل للقمر
	الزهرة	٢٤٤	استعمار القمر
٢٥٢	استكشاف السيارات الداخلية	٨٤	الأرض
٢٣٦	تاريخ المنجزات الفضائية		الرحلات الى القمر
٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي	٥٦	القمر
	الأرض	٦٤	بنية القمر
٤٨	تطور نظامنا الشمسي	٦٨	خرائط القمر
٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي	٧٢	منظر شامل للقمر

المريخ

الرحلات الى المريخ

خرائط المريخ

منظر شامل للمريخ

اقمار المريخ

القاعدة المريخية

اعضاء نظامنا الشمسي

الرحلات الى المريخ

المريخ

خرائط المريخ

منظر شامل للمريخ

اقمار المريخ

القاعدة المريخية

تاريخ المنجزات الفضائية

خرائط المريخ

المريخ

الرحلات الى المريخ

منظر شامل للمريخ

اقمار المريخ

منظر شامل للمريخ

المريخ

الرحلات الى المريخ

خرائط المريخ

اقمار المريخ

اقمار المريخ

المريخ

الرحلات الى المريخ

خرائط المريخ

منظر شامل للمريخ

الكويكبات السيارة

استكشاف السيارات الداخلية

النيارك والرُجم

اعضاء نظامنا الشمسي

المشتري

منظر شامل للمشتري

اقمار المشتري وزحل

اعضاء نظامنا الشمسي

منظر شامل للمشتري

المشتري

اقمار المشتري وزحل

استكشاف المشتري وزحل

تاريخ المنجزات الفضائية

اعضاء نظامنا الشمسي

زُحل

اقمار المشتري وزُحل

استكشاف المشتري وزُحل

اعضاء نظامنا الشمسي

اقمار المشتري وزحل

المشتري

منظر شامل للمشتري

زُحل

استكشاف المشتري وزحل

الكواكب السيارة

الخارجية

استكشاف السيارات النائية

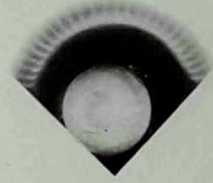
اعضاء نظامنا الشمسي



١٦٨	البُلسارات والفجوات السوداء	١٣٦	النيّازك والرّجُم
	تطور النجوم	٢٦٠	استكشاف السيارات النائية
١٥٢	انواع النجوم	٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
١٦٠	السُدُم		النيّازك والرّجُم
١٦٤	من السُدُم الى البُلسارات	١٣٢	المذنبات
١٦٨	البُلسارات والفجوات السوداء	١٠٨	الكويكبات السيارة
	السُدُم	٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
١٥٢	انواع النجوم		الشمس والطيف الشمسي
١٥٦	تطور النجوم	١٤٤	جو الشمس واشعاعاتها
١٦٤	من السُدُم الى البُلسارات	١٤٨	كوفات الشمس
١٦٨	البُلسارات والفجوات السوداء	١٥٢	انواع النجوم
	من السُدُم الى البُلسارات	٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
١٥٢	انواع النجوم		جو الشمس واشعاعاتها
١٥٦	تطور النجوم	١٤٠	الشمس والطيف الشمسي
١٦٠	السُدُم	١٤٨	كوفات الشمس
١٦٨	البُلسارات والفجوات السوداء	١٥٢	انواع النجوم
	البُلسارات والفجوات السوداء	٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي
١٥٢	انواع النجوم		كوفات الشمس
١٥٦	تطور النجوم	١٤٠	الشمس والطيف الشمسي
١٦٠	السُدُم	١٤٤	جو الشمس واشعاعاتها
١٦٤	من السُدُم الى البُلسارات	٢٣٦	تاريخ المنجزات الفضائية
	النجوم المزدوجة	٢٤٠	المخططات الفضائية
١٥٢	انواع النجوم		انواع النجوم
٢١٢	دليل النجوم - النصف الشمالي (١)	١٥٦	تطور النجوم
٢١٦	دليل النجوم - النصف الشمالي (٢)	١٤٠	الشمس والطيف الشمسي
٢٢٠	دليل النجوم - النصف الجنوبي (١)	١٦٠	السُدُم
٢٢٤	دليل النجوم - النصف الجنوبي (٢)	١٦٤	من السُدُم الى البُلسارات
٢٢٨	خرائط النجوم الفصليّة الشماليّة		

	خرائط الكوكبات
٣٢	الابعاد الفلكية
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
	دليل النجوم :
	النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢٨	خرائط النجوم الفلكية الشمالية
٣٣٢	خرائط النجوم الفلكية الجنوبية
٣٠٨	خرائط الكوكبات
١٥٣	انواع النجوم
	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٠٨	خرائط الكوكبات
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢٨	خرائط النجوم الفلكية الشمالية
٣٣٢	خرائط النجوم الفلكية الجنوبية
	مجرّتنا
١٩٢	مجرّات المجموعة المحلية
١٩٦	انواع المجرّات
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)

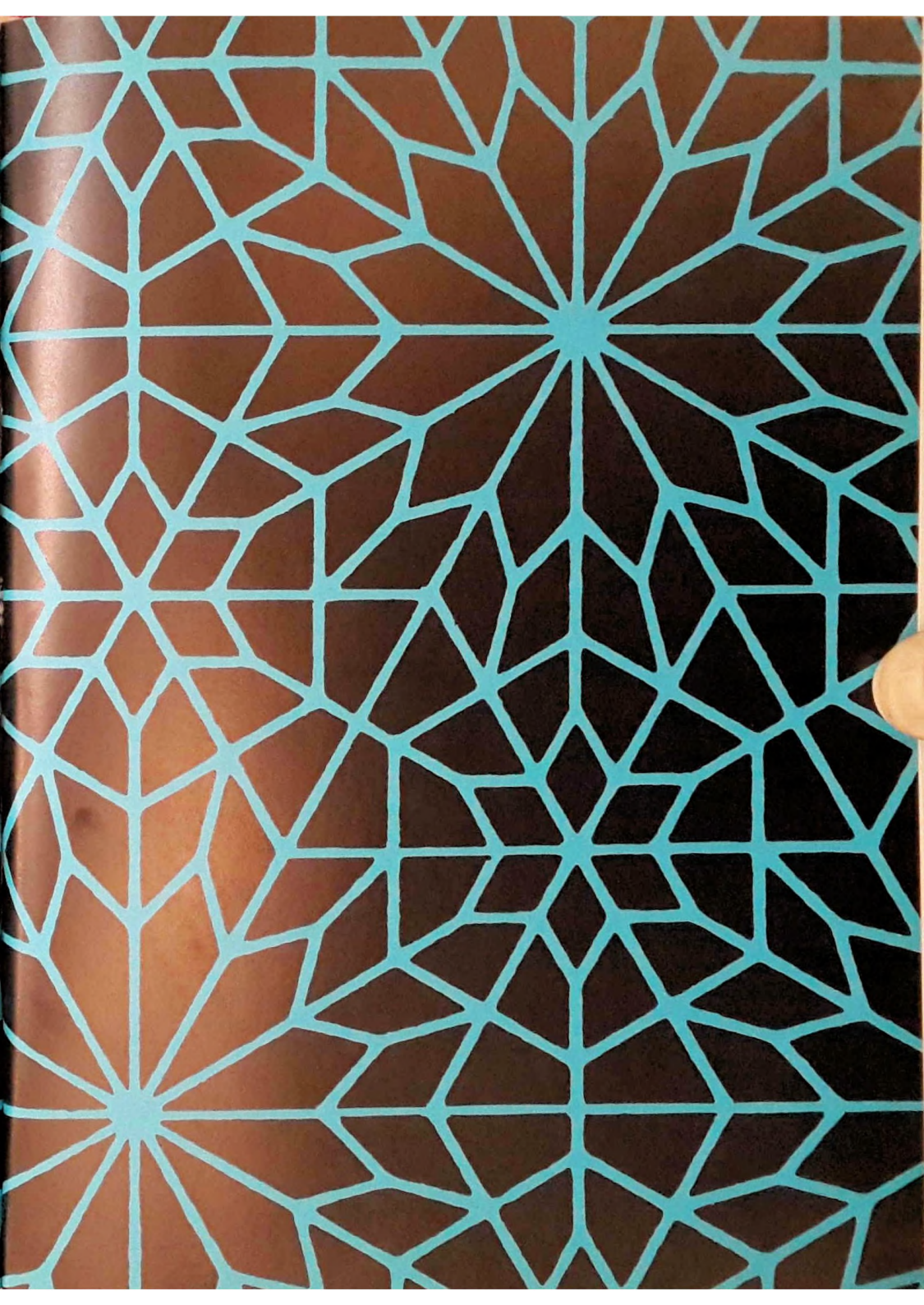
٣٣٢	خرائط النجوم الفلكية الجنوبية
	النجوم النابضة
١٥٣	انواع النجوم
١٨٠	النجوم غير المنتظمة
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢٨	خرائط النجوم الفلكية الشمالية
٣٣٢	خرائط النجوم الفلكية الجنوبية
	النجوم
	غير المنتظمة
١٥٣	انواع النجوم
١٧٦	النجوم النابضة
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢٨	خرائط النجوم الفلكية الشمالية
٣٣٢	خرائط النجوم الفلكية الجنوبية
	العناقيد النجمية
١٥٣	انواع النجوم
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٤٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
	الكون المتمدّد
٣٠٠	المجرّات الاشعاعية والكوازارات




٢٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٢٢٨	خرائط النجوم الفصلية الشمالية
٢٣٢	خرائط النجوم الفصلية الجنوبية
٢٠٨	خرائط الكوكبات
١٥٢	انواع النجوم
	خرائط النجوم الفصلية الشمالية
٢١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٢١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٢٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٢٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢	الابعاد الفلكية
	خرائط النجوم الفصلية الجنوبية
٣١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٣١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٣٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٣٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٣٢	الابعاد الفلكية
	تاريخ المنجزات الفضائية
٦٠	الرحلات الى القمر
٧٦	عطارد
٨٠	الزهرة
٩٢	الرحلات الى المريخ
١١٦	منظر شامل للمشتري
٢٤٠	المحطات الفضائية
	المحطات الفضائية
٢٢٦	تاريخ المنجزات الفضائية
١٤٨	كسوفات الشمس

٢٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
	مجرات المجموعة المحلية
١٨٨	مجرتنا
١٩٦	انواع المجرات
٢٠٤	الكون المتمد
	انواع المجرات
١٨٨	مجرتنا
١٩٢	مجرات المجموعة المحلية
٢٠٠	المجرات الاشعاعية والكوازارات
٢١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٢١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٢٢٠	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٢٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
	المجرات الاشعاعية والكوازارات
١٩٦	انواع المجرات
٤٤	الفلك غير المنظور
٢٠٤	الكون المتمد
	دليل النجوم : النصف الجنوبي (١)
٢٠٨	خرائط الكوكبات
٢١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٢١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)
٢٢٤	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٢٢٨	خرائط النجوم الفصلية الشمالية
٢٣٢	خرائط النجوم الفصلية الجنوبية
١٥٢	انواع النجوم
	دليل النجوم : النصف الجنوبي (٢)
٢١٢	دليل النجوم : النصف الشمالي (١)
٢١٦	دليل النجوم : النصف الشمالي (٢)

١٣٠	زحل	٥٦	استعمار القمر
١٣٤	اقمار المشتري وزحل		القمر
	استكشاف	٨٨	القاعدة المريخية
	السيارات النائية	١٠٤	المريخ
١٣٨	الكواكب السيارة الخارجية		اقمار المريخ
١٣٢	المذنبات		استكشاف السيارات الداخلية
	ما وراء مملكة الشمس	٧٦	عطارد
٥٢	اعضاء نظامنا الشمسي	٨٠	الزهرة
١٥٢	انواع النجوم	١٠٨	الكويكبات السيارة
	عوالم أخرى		استكشاف المشتري وزحل
٣٠٤	الكون المتمدد	١١٢	المشتري





معجم المصطلحات الفنية

Digitized by Ahmed Barod

اعداد

الدكتور خليل الجَرّ

عميد كلية التربية في الجامعة اللبنانية

معجم المصطلحات الفنية

مسرد المصطلحات الفنية والمعاني التي وردت
بها في هذا المجلد مع مرادفاتها الإنجليزية

السيار ١٨١ ألف كيلومتر ومدة دورانه
المحوري ١١ ساعة و ٥٧ دقيقة و يبلغ قطره
٢٠٠ كيلومتر .

إبسيلون الدب الأكبر

EPSILON URSAE MAJORIS

نجم هو الآلية ومن أسائه الخور والجون .

إبسيلون الكلب الأكبر

EPSILON CANIS MAJORIS

إحدى العذارى وهي دلتا وإبسيلون وإيتا
وأوميكرون ٢ .

BETELGEUSE

إبط الجوزاء

أنظر منكب الجوزاء .

DORADO

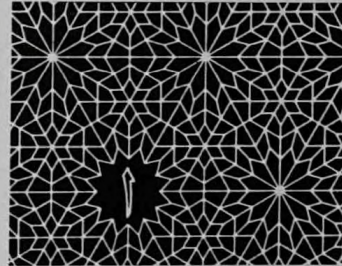
أبو سيف

كوكبة جنوبية مولدة في قطب دائرة البروج
الجنوبي . في القسم الأعلى من هذه الكوكبة
غيمة ماجلان الكبرى وفي هذه المنطقة أيضاً
سديم منتشر يرى بالعين المجردة و يبلغ قطره
١٢٠ سنة ضوئية والعلاقة الأعظم دلتا أبو
سيف وهو نجم له أكبر قدر مطلق معروف يربو
ضياؤه على ضياء الشمس ٥٠٠ ٠٠٠ مرة .

APOLLO

أبولون

في علم الفلك : كويكب صغير من فئة
الكويكبات التي تقترب من الأرض و يبلغ قطره
حوالي كيلومترين .



ACHERNAR

آخر النهر

ألفا النهر . نجم كان قديماً من القدر الأول
و يعرف أيضاً بالظليم . قدره الآن ٦,٠ وفئة
طيفه ب ٥ .

AMALTHEA

أمالثيا

التابع الخامس للمشتري اكتشفه إدوار برنار عام
١٨٩٢ . هو أقرب التوابع إلى السيار يقع
مداره داخل مدار يو و يبلغ معدل بعده عن مركز

الاتحاد الدولي لملاحة الفضاء

INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL FEDERATION

(IAF)

منظمة مكونة من جمعيات ملاحة فضائية تشترك فيها حوالي عشرين دولة ارتبطت معاً للنهوض بأهداف التطويرات الفنية لوسائل السفر في الفضاء وتنمية التبادل الدولي للأراء المتعلقة بالمشاكل الفنية والقانونية والاجتماعية الخاصة بالسفر إلى الفضاء توصلاً إلى جعل فنون الفضاء وسيلة للتعاون السلمي بين الشعوب .

الاتصال

SYZGY

يقال إن القمر في الاتصال أو الاقتران وهو هلال وفي الاستقبال وهو بدر .

ZEEMAN EFFECT

اثر زيمان

في الفيزياء : ظاهرة انشطار خطوط الطيف تنبأ بها زيمان عام ١٨٩٦ قبل أن يكتشفها أحد .

CORIOLIS EFFECT

اثر كوريوليس

انحراف جسم متحرك بسببه دوران الأرض . فالحركة الأفقية تنحرف إلى اليمين في نصف الكرة الشمالي وإلى اليسار في النصف الجنوبي .

OCCULTATION

الاحتجاب أو الاستتار

في علم الفلك : غياب مؤقت لكوكب نتيجة لمرور كوكب آخر أمامه .

FRICTION

الاحتكاك

في الفيزياء : عمل جسمين متماسين يتحرك أحدهما على الأقل .

PROBABILITY

الاحتمال

مفهوم علمي للمصادفة . وحساب الاحتمال مجموعة من القواعد التي تمكن من تحديد النسبة المثوية لحظوظ حدوث حدث ما .

CO-ORDINATES

الإحداثيات

في الرياضيات : عناصر غايتها تحديد موقع نقطة على سطح أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معينة .

الإحداثيات الجغرافية

GEOGRAPHICAL CO - ORDINATES

على الكرة الأرضية أو على الخرائط الجغرافية خطوط متقاطعة هي « خطوط الطول » و « خطوط العرض » تمكن من تحديد موقع نقطة من سطح الأرض .

إحداثيات هندسية

GEOMETRICAL CO - ORDINATES

عناصر تمكن من تعيين موقع نقطة في مستو أو في الفراغ بالنسبة إلى نظام مراجع معينة .

VAN ALLEN BELTS

أحزمة فان ألن

حزامان من جسيمات لها طاقة عالية أسرها مجال الأرض المغنطيسي يشكّلان عقبة في سبيل استكشاف الفضاء عن سطح الأرض ، أول من اكتشفها وقاسها الدكتور جيمس فان ألن من جامعة أيوا بالولايات المتحدة .

STATISTICS

الإحصائيات

فرع من الرياضيات المطبقة يقوم على مبادئ ناجمة عن نظرية الاحتمالات غايتها الجمع المنهجي ودراسة سلاسل الأحداث والمعطيات العددية .

PARALLAX

اختلاف المنظر

تغير ظاهري في موقع الشيء وبخاصة الجرم السماوي المنظور بسبب من التغير أو الاختلاف في مكان الناظر .

CORONA AUSTRALIS

أدحي الحمام

كوكبة جنوبية هي الإكليل الجنوبي . اطلبه .

AZHA

أدحي النعام

نجم هو إيتا النهر وعند العرب هي نجوم في وسط النهر .

HEIGHT

الارتفاع

في شكل هندسي هو أقصر مسافة بين قاعدتيه أو بين القاعدة والرأس .

ALTITUDE

الارتفاع

في علم الفلك : الزاوية المحصورة بين نجم

OCCULTATION

الاستتار او الاحتجاب

في علم الفلك : اختفاء كوكب وراء كوكب آخر بالنسبة إلى مراقب موجود على سطح الأرض . (إن مرور نجم أو سيار وراء القمر يساعد على القياس الدقيق لحركة القمر . وكذلك مرور عطارد وراء الشمس يمكن من معرفة العناصر المدارية لهذا السيار).

ASTRAEA

أستريا

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفه الفلكي الألماني كارل هنكه عام ١٨٤٥ . وهنكه من الفلكيين الهواة .

FLUORESCENCE

الاستشعاع او التفلور

في الفيزياء : قدرة بعض الاجسام على بث الضوء عندما تتلقى اشعاعا من مصدر آخر قد يكون غير مرئي كاشعة ما فوق البنفسجي او الاشعة السينية .

STABILITY

الاستقرار

في الفيزياء : حالة جسم جامد في حالة توازن ميل إلى الرجوع إلى وضعه الاساسي إذا أزيح عنه .
- في الكيمياء : حالة جسم مركب يصعب تحليله .

POLARIZATION

الاستقطاب

في الفيزياء : صفة تبدو في شعاع ضوئي بعد انعكاسه أو انكساره وتمكنه من نقل ذبذبات موزعة حول هذا الشعاع توزعاً غير متساو .

LEO

الاسد

كوكبة شمالية بالقرب من خط الاستواء السماوي سميت هكذا نظراً لشكلها . نجمها الرئيسي ألفا الأسد أو قلب الأسد . والاسد أحد افلاك البروج يتطابق مع عبور الشمس في شهر آب في كوكبة السرطان . اهم نجومها :
ألفا الأسد : قلب الأسد
بيتا الأسد : ذنب الأسد

أو جسم والمشهد ومسقط النجم على الأفق .

ARGON

الأرغون

عنصر كيميائي رمزه (جو) ووزنه الذري ٣٩,٩٤٨ . والأرغون غاز لا رائحة له ولا لون ولا يقوم بأي نشاط كيميائي . يشكل ١/١٠٠٠ من الهواء .

الأرصاد الجوية

METEOROLOGY

علم يبحث في الجو وظواهره وبخاصة في الأحوال الجوية والتكهن بها .

LEPUS

الأرنب

صورة جنوبية تقع إلى جنوبي الجبار تحت رجله وإلى الشرق من الكلب الأكبر على هيئة معين غير قياسي تشكله النجوم ألفا وبيتا وغما ودلتا . نجمه الرئيسي العرش من القدر ٢,٧ . اهم نجومه :

ألفا الأرنب : العرش

بيتا الأرنب : النبال

ARIEL

أرييل

أحد توابع اورانوس ويبلغ قطره حوالي ١٥٠٠ كلم . اكتشفه و . لاسل في ستارفلد عام ١٩٥١ .

IZAR

الإزار

نجم هو إيسيلون العواء ومن أسبائه مراق الإزار وتابع السهاك وراية الفكّة وراية السهاك .

NITROGEN

الآزوت

عنصر كيميائي غازي عديم اللون والطعم والرائحة رمزه (ن) ووزنه الذري ١٤,٠٦٧ يدخل في تركيب الهواء وهو أحد العناصر الضرورية لحياة الحيوانات والنباتات .

POWER

الأسن

في الرياضيات : عدد أو حرف يوضع أمام عدد آخر للدلالة على قوته (٤ تعني ٤×٤) .

غماً الأسد : جبهة الأسد وهي المنزلة العاشرة من منازل القمر

دلنا الأسد : عرف الأسد

دلنا وثينا الأسد : اخر ثان وهذه هي المنزلة الحادية عشرة من منازل القمر .

اسبيلون الأسد : رأس الأسد الجنوبي

زينا الأسد : الضفيرة

ثينا الأسد : الخرت

كبأ الأسد : منخر الأسد

لمباد الأسد : الطرف أو الطرفة وهو المنزل

التاسع من منازل القمر

مو الأسد : رأس الأسد الشمالي

أبسيلون ومو الأسد : الأشفار

LEO MINOR الأسد الأصغر

كوكبة شمالية صغيرة جنوبي الدب الأكبر فيها القليل من النجوم الساطعة .

CAPTURE الاسر

في علم الفلك : تغلب مجال القوة المركزية لكوكب على سرعة جسم عابر أو على قوة طرده المركزية وإدخاله تحت تأثير مجال هذه القوة المركزية للكوكب .

ASTROLAB الأسطرلاب

في علم الفلك : آلة فلكية قديمة لقياس ارتفاع الشمس والكواكب .

GEOGRAPHICAL PROJECTION الإسقاط الجغرافي

في الجغرافيا : عملية رسم خرائط تقوم على إسقاط السطح الكروي للأرض على سطح مستو .

ZENITHAL PROJECTION الإسقاط السمتي

رسم خريطة نصف الكرة الجنوبي بإسقاط كل نقطة منه على طول مستقيم ينطلق من القطب الشمالي إلى المستوي المماس للقطب الجنوبي .

ORTHOGONAL PORJECTION الإسقاط العمودي

في الرياضيات : إسقاط شكل على مستقيم أو على مستو أو على سطح بواسطة خطوط عمودية

تطلق من مختلف نقط الشكل .

SIGNAL الإشارة

العلامة . في الرياضيات : الإشارة الجبرية هي علامة الإضافة الجبرية وتكون على نوعين : موجبة (+) وسالبة (-) .

VELA الأشرعة

اسم إحدى الكوكبات التي تشكل كوكبة السفينة في النصف الجنوبي من الكرة السواوية . وتسمى أيضا الشراع .

RADIATION الإشعاع

في الفيزياء : بث أشعة أو جزيئات . والإشعاع عنصر مؤلف لموجة ضوئية أو كهرومغناطيسية كالإشعاع تحت الأحمر أو فوق البنفسجي .

SOLAR RADIATION الإشعاع الشمسي

الطاقة التي تبثها الشمس والتي يمتص الأوزون في طبقة الجو العليا قسماً منها ويصل القسم الباقي منها إلى سطح الأرض .

RADIANCE الإشعاعية

كثافة الدفع الضوئي على ستيومتر مربع من سطح جسم ما .

BETA RAYS أشعة بيتا

في الفيزياء : إلكترونات تبثها ذرات ذات نشاط إشعاعي .

X-RAYS الأشعة السينية

في الفيزياء : أشعة اكتشفها العالم الألماني رونجن وتسمى أحياناً باسمه وهي موجات كهرومغناطيسية من نوع الضوء ولكنها ذات طول موجي أقصر ، يتراوح مداها بين ١٠×٥-١٠×٦ سم تقريباً .

GAMMA RAYS أشعة غما

في الفيزياء : أشعة كهرومغناطيسية خاصة يَبْثُها الراديوم وبعض المواد الأخرى ذات الفعالية الإشعاعية .

ULTRA-VIOLET RAYS الأشعة فوق البنفسجية

في الفيزياء : موجات كهرومغناطيسية تقع على مدى

طول الموجات بين $10 \times 4 - 10 \times 5$ سم ،

أي بين الضوء المرئي والأشعة السينية .

الأشعة الكاثودية او المهبطية CATHOD RAYS

في الكهرباء : الأشعة المنبثقة من الكاثود عند حدوث تفريغ كهربائي في غاز متخلخل .

الأشعة الكونية COSMIC RAYS

في علم الفلك : إشعاع معقد مرتفع الطاقة مصدره فراغ ما بين الكواكب يؤتى الهواء عند مروره في الجو وذلك عن طريق اقتلاع إلكترونات من الذرات .

الأشعة المهبطية او الكاثودية CATHODE RAYS

في الفيزياء : حزمة من الإلكترونات يبيتها المهبط في أنبوب يحتوي على غاز متخلخل .

الإصداء REVERBERATION

في علم الصوتيات : بقاء الصدى بعد توقف الصوت .

الاعتدالان EQUINOXES

في علم الفلك : الاستواءان وهما اثنان الاعتدال الربيعي حوالي ٢١ آذار (مارس) والخريفي وهو ١٨٠ بعيد عنه حوالي ٢٢ أيلول (سبتمبر) .

الأعجوبة MIRA

نجم هو أميرون الحوت . يتأرجح قدره بين ١,٧ و ٩,٦ وتتراوح مدته بين ٣٢٠ و ٣٧٠ يوماً . تعتربه ظاهرة كسوف بين نجميه اللذين يدور أحدهما حول الآخر في مستوى يمر على مقربة من الأرض .

الأفق HORIZON

في الجغرافيا : ما ظهر من نواحي الفلك ماساً أطراف الأرض .

الأفق الاصطناعي ARTIFICIAL HORIZON

حق أو صندوق فيه زئبق لرصد ارتفاع الأجرام السماوية .

افولي ACHRONYCAL

في علم الفلك : يُقال للمجرم السماوي الذي

يشرق عند أقول الشمس أي غروبها ويغرب عند شروقها .

الاقتران CONJUNCTION

في علم الفلك : التقاء جرمين سماويين أو أكثر عند درجة واحدة من منطقة البروج . ويكون الاقتران متخللاً عندما يكون الجرم بين الأرض والشمس ومتقدماً عندما تكون الشمس بين الأرض والجرم .

الإكزوسفير EXOSPHERE

الطبقة أو الحدود النهائية للغلاف الجوي حيث ينذر الاصطدام بين جزيئات الغاز ولا يكون هناك سوى قوة الجاذبية لتستعيد الجزيئات الهاربة إلى طبقات الغلاف الجوي العليا .

إكسبلورر EXPLORER

واحد من الأقمار الاصطناعية التي تطلقها الولايات المتحدة وفقاً لبرامج وأبحاث وتوجيهات وكالة الجيش للذائف الباليستكية أو برامج ناسا .

الأكسدة OXIDATION

في الكيمياء : عملية كيميائية يتم فيها تركيب الأكسجين مع مواد أخرى فيفعل فيها .

الأكسجين OXYGEN

عنصر كيميائي غازي رمزه (أ) ووزنه الذري ١٥,٩٩٩٤ وهو أكثر العناصر انتشاراً في الطبيعة لا لون له ولا طعم ولا رائحة يتحد مع أكثر العناصر ولا سيما مع الهيدروجين لتكوين الماء . وهو غاز يعتبر أحد مقومات الماء والهواء وعماد الحياة الحيوانية والنباتية وهو عامل التنفس والاحتراق .

الأكسيد OXIDE

في الكيمياء : مركب حاصل عن اتحاد الأكسجين مع جسم آخر .

الإكليل CORONA

في علم الفلك : ضوء ساطع واسع الانتشار يحيط بالشمس .

ALPHA CARINAE

ألفا الجوزاء

نجم هو سهيل والفحل .

ALPHA ORIONIS

ألفا الجوزاء

نجم هو منكب الجوزاء ويقال له أيضاً يد الجوزاء وإبط الجوزاء .

ALPHA PISCIS AUSTRALIS

ألفا الحوت الجنوبي

نجم هو فم الحوت ويسمى أيضاً الضفدع الأول .

ألفا الدب الأكبر

ALPHA URSIS MAJORI

نجم هو الدبة وظهر الدب الأكبر .

ALPHA CYGNI

ألفا الدجاجة

نجم هو الردف ويسمى أيضاً ذنب الدجاجة .

ALPHA AURIGAE

ألفا ذي الأعنة

نجم هو العيوق ويقال له أيضاً عيوق الثريا ورفب الثريا والحاذي .

ALPHA AQUARII

ألفا الساقى

نجم هو سعد الملك في الكتف اليمنى من الساقى .

ALPHA CENTAURI

ألفا الظلمان

نجم في كوكبة الظلمان يرى في نصف الكرة الجنوبي ويقع على مسافة ٤,٣ سنوات ضوئية عن الأرض . وهو ثالث نجم في السماء من حيث التلق .

ALPHA VIRGINIS

ألفا العذراء

نجم هو السهاك الأعزل .

ALPHA BOOTIS

ألفا العواء

نجم هو السهاك الرامح وأمامه نجم صغير يقال له راية السهاك .

ALPHA CORVI

ألفا الغراب

نجم هو منقار الغراب أو الخباء .

ALPHA CANIS MINORIS

ألفا الكلب الأصغر

نجم هو الشعرى الشامية أو الكلب المتقدم .

ALPHA CANIS MAJORIS

ألفا الكلب الأكبر

نجم هو الشعرى اليائية .

CORONA AUSTRALIS

الإكليل الجنوبي

كوكبة جنوبية تتألف من نجوم خافتة تتراوح أقدارها بين القدرين ٤ و ٥ . من أسائها القبة والخباء وأدحي النعام .

الإكليل الشمالي

CORONA BOREALIS

كوكبة شمالية بين العواء والجاني فيها ٢١ نجماً أكثرها دون القدر الثالث وهي على استدارة خلف عصا العواء وفي استدارتها ثلثة تسميها العامة قصعة المساكين وقصعة الصعاليك . كانت هذه الكوكبة في عامي ١٨٦٦ و ١٩٤٦ مركزاً لظهور متجدد هوت الإكليل الشمالي انتقل في كل من الحالتين من القدر التاسع إلى قدر يتراوح بين ٢ و ٣ .

ألفا الإكليل الشمالي : الفكّة ونير الفكّة بيتا الإكليل الشمالي : النسقان أي النسق الشامي والنسق اليائي .

ALBEDO

الأليبدو

في علم الفلك : نسبة الضوء المنعكس على سطح غير مصقول إلى الضوء الساقط عليه . وهو اصطلاح يُستعمل في الإشارة إلى الضوء المنعكس من القمر أو الكواكب .

ALBEDOMETER

الأليدومتر

آلة لقياس الأليبدو

ALPHA

ألفا

الحرف الأول من الابدجية اليونانية وفي علم الفلك يشير عادة إلى النجم الرئيسي أو الأشد تألقاً في كوكبة .

ALFA CANCRI

ألفا السرطان

نجم هو الزبان أو الزباني أو زبانا السرطان الجنوبي .

ALPHA DRACONIS

ألفا التنين

نجم هو الذبيح وهو ذكر الفياح .

ALPHA TAURI

ألفا الثور

نجم هو عين الثور ويسمى ايضاً الدبران

AMALTHEA

خامس تابع للمشتري وهو من توابعه الصغيرة يبلغ بعده عن مركز السيار ١٨١ ٠٠٠ كلم ومدة دورانه المحوري ١١ ساعة و ٥٧ دقيقة .

AMOR

في علم الفلك : كويكب صغير من فئة الكويكبات التي تقترب من الأرض ويبلغ قطره ٨ كيلومترات .

PROPAGATION

كلمة تستعمل لوصف الطريقة التي تنتقل بها موجة كهرومغناطيسية مثل إشارة رادار أو إشارة توقيت أو إشعاع ضوئي من نقطة إلى أخرى .

ABERRATION

في علم الفلك : انتقال ظاهري لصورة نجم يرى في المرقب .

VARIATION

في علم الفلك : انحراف الجرم السماوي عن مداره المألوف .

DECLINATION

في علم الفلك : البعد الزاوي لنجم أو كوكب شمالاً أو جنوباً عن خط الاستواء السماوي .

ABERRATION OF LIGHT

في علم الفلك : تغيير في موقع جرم سماوي ناجم عن حركة الأرض في مدارها .

ENCELADUS

أحد توابع زحل الصغرى كثافته ضعيفة وقد يكون كتلة ضخمة من الجليد .

INCH

في الرياضيات : وحدة طول أنجلو سكسونية تساوي ٢,٥٤ سنتيمتراً .

REFLECTION

في الفيزياء : تغير اتجاه الموجات الضوئية أو الحركية أو الصوتية بعد وقوعها على سطح عاكس .

أملثيا

أمور

الانتشار

الانحراف

الانحراف

الانحراف الزاوي

انحراف الضوء

الإنش

الانعكاس

ALPHA ANDROMEDAE ألفا المرأة المسلسلة

نجم هو سرة الفرس ورأس المرأة المسلسلة وهو كوكب مشترك بينها وبين الفرس .

ALPHA AQUILAE

نجم هو النسر الطائر .

ACRUX

نجم في الصليب الجنوبي ويسمى أيضاً نير نعيم .

ALPHA ERIDANI

نجم هو آخر النهر ويسمى أيضاً الظليم .

ELECTROMETER

في الكهرباء : مقياس فرق الجهد الكهربائي الاستاتي .

في الفيزياء : جهاز للكشف عن الإشعاعات الكهربائية الضعيفة وقياسها .

ELECTRON

في الفيزياء : دقيقة ذات شحنة كهربائية سالبة وهو أحد العناصر المكونة للذرة .

ALIOTH

نجم هو إسيلون الدب الأكبر ومن أسائه الحور والجون وهو من القدر ١,٧ وفئة طيفه صفراء .

UMBRIEL

أحد توابع أورانوس ويبلغ قطره حوالي ١٠٠٠ كلم .

ABSORPTION OF LIGHT

في علم الفلك : نقص يقع في لمعان النجوم البعيدة .

SPECTRAL ABSORPTION

في الفيزياء : هو امتصاص الطيف لبعض الاشعة المخترقة أجساماً قليلة الإشفاف . أما تكون أطواف الأجسام الصلدة متصلة . أما أطواف العناصر الغازية فتختلف باختلاف الغاز .

أنف الفرس

ENIF

نجم هو إيسيلون الفرس الأعظم ويسمى أيضاً جحفة الفرس وفم الفرس .

الإهليلج أو القطع الناقص

ELLIPSE

في الرياضيات : منحني مسطح محدب مغلق له محورا تماثل وتكون كل نقطة من نقاطه بحيث أن مجموع مسافاتهما إلى نقطتين ثابتتين تسميان « بؤرتين » يظل ثابتاً .

أوبيرون

OBERON

أحد تابعي أورانوس الكبيرين ويبلغ قطره حوالي ١٦٠٠ كلم .

الأوج

APEX

في علم الفلك : النقطة التي تتجه إليها الشمس في مسيرها بالفضاء .

الأوج

APHELION

في علم الفلك : النقطة التي يكون فيها الكوكب السيار أو أي جرم سماوي آخر أبعد ما يمكن عن الشمس .

أورانوس

URANUS

سابع السيارات الرئيسية التابعة للنظام الشمسي بالنسبة إلى بعده عن الشمس . اكتشفه هرشل عام ١٧٨١ . على سطحه أحزمة شبيهة بأحزمة المشتري وزحل . نظراً لصغر قطره الظاهر يصعب قياس تسطيحه وتظل التفاصيل على سطحه غير واضحة . ولأورانوس خمسة توابع هي : أرييل وأمبريل وتيتانيا وأوبيرون وميراندا تدور في مستوى يكاد يكون معامداً للمستوي المداري ويبروميلها على ٩٠° بحيث تبدو حركاتها الظاهرة تراجعية كحركة دوران السيار على ذاته .

الأورانوغرافيا

URANOGRAPHY

علم وصف الساء والأجرام السماوية بدون محاولة تفسيرها .

الأورانولوجيا

URANOLOGY

دراسة الساء والأجرام السماوية بغية تفسيرها .

أوروبا

EUROPA

أحد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس في آن واحد عام ١٦٠٩ . قريب الشبه بالقمر من حيث الحجم والكثافة .

الإوز العراقي

CYGNUS

كوكبة شمالية في المجرة هي الدجاجة . اطلبها .

أولي

PRIMARY

نعت يوصف به الجسم الذي يدور حوله تابع . فالشمس جسم أولي للأرض والأرض جسم أولي للقمر .

أوليات الأشعة الكونية الثقيلة

HEAVY COSMIC RAY PRIMARIES

نوى موجبة الشحنة للعناصر التي يزيد ثقلها عن نوى الهيدروجين والهيليوم حتى نواة الحديد (التي لا تدخل ضمنها) . تكون هذه النوى الموجبة حوالي ١٪ من مجموع جسيمات الأشعة الكونية .

أوميغا

OMEGA

آخر حرف من حروف الابدجية اليونانية يشير في علم الفلك إلى مجموعة نجمية كروية .

ايتا الدب الأكبر

ETA URSAE MAJORIS

نجم القائد أو قائد بنات نعش الكبرى .

إيروس

EROS

أحد السيارات الصغرى الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفه الفلكي السويدي كارل ويث عام ١٨٩٨ . وهو كويكب مستطيل يبلغ قطره الأكبر ٢٧ كيلومتراً وقطره الأصغر ١٦ كيلومتراً .

إيكاروس

ICARUS

أحد السيارات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري يقترب من الشمس إلى مسافة ٢٨ مليون كيلومتر ويتبعد عنها مسافة ٢٩٥ مليون كيلومتر فيتحمل من جراء

ذلك أكثر من أي جرم في النظام الشمسي
تغيّرات حراريّة .

الإيكوسفير

ECOSPHERE

في علم الفلك : المنطقة التي يحدث فيها
الإشعاع الشمسي ظروفاً ملائمة للحياة كما هي
معروفة على الأرض وهي تمتدّ من مدار الزهرة
إلى مدار المريخ . وإلى عام ١٩٦٠ كان الاعتقاد
سائداً بأن حياة متطورة يمكن أن توجد في المنطقة
بأكملها .

الأيون

ION

ذرّة أو مجموعة ذرات تحمل شحنة كهربائية
تنجم عن اكتساب الالكترونات او فقدانها .

الأيونوسفير

IONOSPHERE

الطبقة الخارجيّة من غلاف الأرض الجوّي حيث
تقوم إشعاعات الشمس بتأيين ذرات هذا
الغلاف الجوّي وجزيئاته وإثارتها كهربائياً .
يختلف ارتفاع هذه الطبقة من وقت إلى آخر
خلال اليوم ومن فصل الى فصل بالنسبة للمكان
الواحد .

MARE

البحر

في علم الفلك : إحدى البقاع الداكنة المترامية
الأطراف على سطح القمر أو المريخ .

IMMERSSION

بدء الظلمة

ظلمة كوكب أو سيار بعد احتجابه بالقمر أو
ظلمة القمر عند خسوفه .

FULL MOON

البدر

في علم الفلك : القمر عندما يكون مكتملاً .

SPACE SUIT

البذلة الفضائية

بذلة خاصة يرتديها رواد الفضاء عند القيام
برحلاتهم والخروج من مركباتهم .

LEO

برج الأسد

البرج الخامس من فلك البروج

TAURUS

برج الثور

البرج الثاني من فلك البروج

CAPRICORNUS

برج الجدي

البرج العاشر من فلك البروج

ORION

برج الجوزاء

البرج الثالث من فلك البروج

ARIES

برج الحمل

البرج الأول من فلك البروج

PISCES

برج الحوت

البرج الثاني عشر من فلك البروج

AQUARIUS

برج الدلو

البرج الحادي عشر من فلك البروج

SAGITTARIUS

برج الرامي أو القوس

البرج التاسع من فلك البروج

CANCER

برج السرطان

البرج الرابع من فلك البروج

SPICA

برج السنبلة

البرج السادس من فلك البروج

SCORPIO

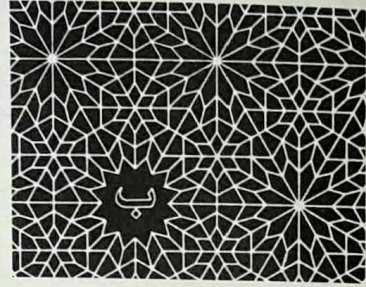
برج العقرب

البرج الثامن من فلك البروج

LIBRA

برج الميزان

البرج السابع من فلك البروج



BAR

البار

وحدة لقياس الضغط الجويّ تساوي مليون داين
في السنتيمتر المربع .

BAZALT

البازلت

حجر قاس داكن بركانيّ الأصل .

CRATER

الباطية

كوكبة جنوبية هي الكأس . أنظره .

PALLAS

بالأس

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة
الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفتها مجموعة
من علماء الفلك بزعامة يوهان شروتر والبارون
فون زاخ .

PIONEER

بايونير

أحد المسابير الفضائية التي يقذفها الجيش
والسلاح الجويّ الأمريكيان تحت رعاية هيئة
ناسا .

PIONEER 10

بايونير ١٠

قمر اصطناعي أمريكي أطلق باتجاه المشتري عام
١٩٧٢ فوصل عام ١٩٧٣ إلى مسافة تبعد عنه
حوالي ١٣١ ٠٠٠ كلم وأرسل إلى الأرض
معلومات هامة مفصلة وصوراً ملونة .

PLANISPHERE

خريطة تظهر في مستو واحد نصف الكرة السماوية أو الأرضية .

PULSAR

في علم الفلك : نجم نيوتروني أصغر من الأقزام البيضاء وأكثر منها كثافة يتكوّن في قلب سديم ناجم عن انفجار متجدّد أعظم .

BALLISTIC

هو علم المقذافية فاطله .

EPSILON, ZETA, ETA, GAMMA

URSAE MAJORIS

نجم في الدب الأكبر هي إيسيلون وزيتا وإيتا وغما .

FOCUS

في الفيزياء : النقطة التي تلتقي فيها الأشعة المتوازية بعد انعكاسها أو انكسارها .

- في علم البصريات : مركز تجمع الضوء بعد مروره من خلال عدسة .

COMPASS

آلة تتألف من ميناء ومن إبرة ممغنطة تتحرك فوقه على محور وتشير دائماً إلى اتجاه الشمال .

PYXIS

كوكبة صغيرة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي فوق كوكبة السفينة .

BETELGEUSE

بيت الجيز ، بيت العجوز

BETA

الحرف الثاني من الأبجدية اليونانية وفي علم الفلك يشير عادة إلى النجم الثاني في كوكبة من حيث تألقه .

BETA LEONIS

نجم هو ذنب الأسد ويدعى أيضاً الصرفة لانصراف البرد عند سقوطه في الغرب بالغدوات وانصراف الحر عند طلوعه من تحت شعاع الشمس بالغدوات .

LIGHTNING

نور يلمع في السماء على أثر احتكاك كهربائي يحصل في السحاب بسببه عدم التوازن بين الغيوم أو بينها وبين الأرض .

APOLLO PROGRAMM

برنامج أمريكي للهبوط على سطح القمر وقد تكلل بالنجاح عام ١٩٦٩ مع هبوط نيل ارمسترونغ وادوين ألدرين .

PROTON

جسيم مادي ذو شحنة موجبة يشكّل نواة ذرة الهيدروجين . وهو مع النيوترون أحد عنصري نوى جميع الذرات .

PROXIMA

نجم قزم احمر قريب من الظلمان ويدعى أيضاً قريب الظلمان وهو اقرب نجم الى الارض اذ يقع على مسافة ٤,٣ سنوات ضوئية فقط .

OPTICS

فرع من الطبيعيات يبحث في الضوء وقوانينه .

ELECTRON OPTICS

فرع من الإلكترونيات يبحث في خصائص شعاعات الإلكترونات المجانسة لخصائص أشعة الضوء .

BOTEIN

نجم في برج الحمل . والبطين عند العرب هو المنزل الثاني من منازل القمر .

BOOTES

البقار

PLASMA

البلازما

PLANETARIUM

البلانيتاريوم

البرق

برنامج أبولو

البروتون

بروكسيا

البصريات

البصريات الإلكترونية

البطين

البقار

البلازما

البلانيتاريوم

BETA AQUILAE

بيتا النسر

نجم هو الشاهين وعنق الغراب .

BETA CRUXIS

بيتا نعيم

في علم الفلك : نجم في كوكبة الصليب
الجنوبي أو نعيم قدره ١,٣ وهو نجم شديد
التألق من نوع ب .

BETA ERIDANI

بيتا النهر

نجم هو كرسي الجوزاء المتقدّم

BEID

البيض

عند العرب نجوم في النهر وعند الافرنج نجم
واحد هو و، النهر

BETA CANIS MAJORIS

بيتا الدب الأكبر

نجم هو المراق أو طرف الدب الأكبر .

BETA CYGNI

بيتا الدجاجة

نجم هو منقار الدجاجة .

بيتا الكلب الأصغر

BETA CANIS MINORIS

نجم هو الغميصاء ومرزم الغميصاء .

بيتا المرأة المسلسلة

BETA ANDROMEDAE

نجم هو جنب المسلسلة ويقال له أيضاً المراق
وبطن الحوت والمئزر والرشا .



EVAPORATION

التبخّر

في الفيزياء : تحوّل بطيء لسائل إلى بخار .

التجاذب الثقالي

GRAVITATIONAL ATTRACTION

التجاذب الذي يؤمّن لكل جسم ثقله محمولاً دفعه باتجاه مركز الأرض والذي يحفظ السيارات حول الشمس .

CORROSION

التحات

في علم طبقات الأرض : بلى الصخور بفعل الرياح والمياه .

SPECTRAL ANALYSIS

التحليل الطيفي

في الفيزياء : عملية دراسة الأطياف لمعرفة نوع المادة التي يدرس طيفها .

INTERFERENCE

التداخل

ظاهرة تحدث في الصوتيات والبصريات بنوع خاص عند تراكب موجات لها تواتر واحد .

RETROGRADE

تراجعي

في علم الفلك : متحرّك في اتجاه مضاد للاتجاه المألوف عند الأجرام المماثلة .

QUADRATURE

التربيع

في الهندسة : إيجاد المربع المساوي في المساحة لسطح معين .

- في علم الفلك : وضع السيار المتعامد مع الخط الواصل بين الشمس والأرض .

PERTURBATION

الترجاف

في علم الفلك : اضطراب الجرم السماوي في حركته المدارية بسبب من قوة غير تلك التي تسبب دورانه النظامي .

OSCILLATION

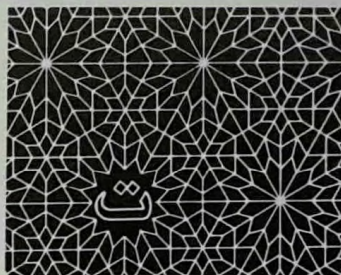
الترجّح

في الفيزياء : حركة جسم ينتقل دورياً في اتجاه وفي الاتجاه المقابل ماراً دائماً في الأوضاع ذاتها .

LIBRATION

الترجّح القمري

تمايل القمر حول محوره مما يجعل القسم المرئي منه اكبر من القسم غير المرئي .



SATELLITE

التابع

في علم الفلك : كوكب يدور حول سيار وفاقا لقوانين كبلر .

SOLAR FLARE

تأجج الشمس

ظاهرة شمسية تسبب انبعاث الأشعة فوق البنفسجية والانبعاث الجسيمي في المنطقة المحيطة بالشمس وهي تؤثر على تكوين الأيونوسفير وتتداخل مع المواصلات الرادوية .

EROSION

التآكل

انفلات بعض المواد من التضاريس بفعل عوامل خارجية كالهواء والماء وما شبهه .

IONIZATION

التأين

تكوّن أيونات عن طريق تفكيك جزيئات أو عن طريق انتزاع الإلكترونات من ذرات أو من تجمع ذرات .

ELONGATION

تباين سيار

الزاوية الحادثة عند مركز الأرض بين خطين مرسومين أحدهما من مركز السيار والآخر من مركز الشمس .

الأرض في الفضاء .

DISPERSION

في البصريّات : استحالة الضوء الأبيض إلى الأصواء ذات الألوان المتدرّجة من الحمراء إلى البنفسجية بواسطة موشر من الزجاج .

تقطيب الضوء

POLARIZATION OF LIGHT

الضوء العاديّ يتكوّن من ذبذبات كهربية (ك) وأخرى مغناطيسية (م) تحدث في جميع المستويات التي تشمل الشعاع . هذه الذبذبات تكون متعامدة مع مسار الضوء بمعنى أن الضوء هو حركة موجية مستعرضة . تكون الذبذبة (م) المرافقة لكل ذبذبة (ك) متعامدة معها . وعلى هذا ففي الضوء المقطّب تكون الذبذبات (ك) في مستو واحد يسمّى مستوي التذبذب ومن ثمّ فإن الذبذبات (م) تقع أيضاً في مستو واحد . والمستوي العمودي على هذا المستوي يُسمّى مستوي التقطيب .

TEKTITE

التكتيت

في علم طبقات الأرض : جسم زجاجيّ لعلّه من أصل نيزكيّ يكثر وجوده في تشيكوسلوفاكيا واندونيسيا وأستراليا وفي مناطق أخرى كجزائر الفيليبين .

TACHYON

التكيون

في الفيزياء : جسيمات يفترض أنّ سرعتها تفوق سرعة الضوء (٣٠٠ ٠٠٠ كلم في الثانية) ولكن لم يعثر عليها بعد .

TWINKLING

التلألؤ

التغيّرات السريعة في لمعان النجوم وفي ألوانها لا سبباً ما هو على ارتفاعات منخفضة فوق الأفق وذلك بسبب ظروف الرؤية .

TELESTAR

تليستار او المرخل

مرخل تلفزيوني فضائي يتلقّى الإذاعات التلفزيونية وينقلها بقوة أعظم وبذلك بضاعف المسافة التي تنقل عبرها .

FREQUENCY

التردد او التواتر

في الفيزياء : مقدار تكرار الحركة أو عدد الاهتزازات أو الموجات أو الدورات في الثانية .

TRITON

تريتون

أحد تابعي نبتون حجمه يفوق حجم القمر ومداره دائري يسير باتجاه تراجعيّ .

ACCELERATION

التسارع

في الميكانيكا : التسارع هو تغير سرعة جسم متحرّك في اتجاه ما في وقت معيّن ، ويزداد التسارع بازدياد القوة المؤثرة على الجسم المتحرّك .

DISPERSION OF LIGHT

تشتت الضوء

في الفيزياء : تفكك حزمة ضوئية مركّبة إلى اشعتها المختلفة .

DIASTROPHISM

التشويبية

في الجيولوجيا : عملية التشويه التي تغيّر شكل القشرة الأرضية محدثة القارّات والجبال والتضاريس المختلفة .

CONVECTION

التصدّد او الحمل الحراري

في الفيزياء : انتقال الحرارة بالحمل في اتجاه رأسيّ .

ACCRETION

التعاظم

ازدياد النمو الداخلي العضوي بواسطة إضافات خارجية تدريجية .

ADIABETIC CHANGE

تغير أديابيتي

تغير يلحق بالمادة دون أن يحدث أي انتقال للحرارة منها أو إليها .

FLUORESCENCE

التفلور او الاستشعاع

في الفيزياء : مقدرة بعض الاجسام على بث الضوء عندما تتلقّى اشعاعاً من مصدر آخر قد يكون غير مرئي كاشعة ما فوق البنفسجي او الاشعة السينية .

PRECESSION OF EQUINOXES

تقدّم الاعتدالين

تقدّم سنوي لموعد الاعتدال يحدثه تقهقر النقطة الاعتدالية نتيجة مباشرة لحركة تقدّم محور دوران

ASTROLOGY

التنجيم

علم قديم مختص بدراسة تأثير البروج على مصير الإنسان

DRACO

التنين

كوكبة جنوبية بشكل أفعى رأسها تحت رجل الجائي وذنها بين الدب الأكبر والدب الأصغر ومن اسمائها الشجاع والحية . أهم نجومها : ألفا التنين : الذئب أو الذئخ أو الثعبان بيتا التنين : رأس الثعبان وهو أحد العوائد .

غما التنين : رأس التنين

دلتا التنين : التيس

لمبدا التنين : ذنب التنين

زينا التنين : الذئخ

يوتا التنين : الذئبة

أوميغا التنين : الذئب

كسي التنين : أخفى العوائد

ج التنين : المعار

سيغما التنين : أحد الأثافي

موالتين : الراقص

بيتا وغما ومو ونو وكسي التنين : العوائد

زينا وإيتا التنين : الذئبان

ف وأوميغا التنين : الوهقان

سيغما وتاو وإوبيلون التنين : الأثافي

بيتا وغما وكسي التنين : الصليب الواقع

دلتا وي ورو وإبيلون التنين : التيس .

FREQUENCY

التواتر او التردد

في الفيزياء : مقدار تكرار الحركة او عدد الاهتزازات او الذبذبات او الموجات او الدورات في الثانية .

GEMINI

التوأمين

كوكبة في منطقة البروج صورها المصريون بصورة جدين فجعلها اليونان بصورة ولدين توأمين وصورها العرب أحياناً بصورة طاووسين . وتتميز هذه الكوكبة بنجميها الرئيسيين رأس هرقل ورأس أفلون من

TELESCOPIUM

التلسكوب

كوكبة صغيرة مولدة تقع في النصف الجنوبي من الكرة السماوية .

TELESCOPE

التلسكوب

كل أداة معدة لمراقبة الأشياء البعيدة . ويطلق اليوم هذا الاسم حصراً على الآلات البصرية التي تستخدم في الأرصاد الفلكية والتي تكون فيها الشيئية مرآة مقعرة .

التلسكوب الاشعاعي

RADIO TELESCOPE

في علم الفلك : آلة التقاط تستعمل في دراسة الكواكب بالاستناد إلى الموجات الكهرومغناطيسية المتبقية منها .

TELEVISION

التلفزيون

جهاز تنقل إلى الصور عن بعد بواسطة تيارات كهربائية أو موجات هertzية .

POLLUTION

التلوث

في علم البيئة : أتساخ البيئة بمواد سامة أو بأوساخ تنتشر في الهواء وفي الماء وتنجس عنها أمراض عدة تصيب الإنسان والحيوان والنبات .

TELEMETER

التليمتر

آلة تقاس بواسطتها المسافة بين مراقب ونقطة بعيدة عنه يراقبها .

CYGNUS

التم

كوكبة شمالية في المجرة هي الدجاجة . اطلبها .

PHOTOSYNTHESIS

التمثيل الضوئي

تحول يحدث في الخلايا الخضرية للنباتات الخضراء عندما يقع عليها الضوء فتحصل عنه مواد غذائية معقدة من نشوات وبروتينات وغيرها .

REPULSION

التنافر

في الفيزياء : نتيجة القوى التي تعمل على إبعاد جسم عن جسم آخر .

القديرين ١,٢ و ١,٦ . والتوأمان أيضاً برج من فلك البروج هو الثالث ، أما كوكبة البروج فتتطابق اليوم مع فلك السرطان حيث تدخل الشمس في المنقلب الصيفي . أهم نجومها : ألفا التوأمين : رأس أفلون أو رأس التوأمين المقدم .

بيتا التوأمين : رأس هرقل أو رأس التوأمين المؤخر وثاني الذراع ورأس الجوزاء . ألفا وبيتا التوأمين : الذراع والذراع المبسوطة وهو المنزل السابع من منازل القمر . غما التوأمين : الهنعة وهي المنزل السادس من منازل القمر .

دلتا التوأمين : وسط السماء .

إسيليون التوأمين : ذراع الأسد المبسوطة .

زيتا التوأمين : ذراع الأسد المقبوضة .

أيتا التوأمين : الرجل المتقدمة .

توهج الشمس

هو تأرجح الشمس . اطلبه .

التوجيه

GUIDANCE

التأثير على قذيفة أو مركبة لتحريكها في اتجاه مطلوب بواسطة شخص في داخلها أو بواسطة جهاز آلي داخلها يستجيب تلقائياً للظروف أو

بواسطة جهاز داخلها يستجيب للإشارات الصادرة إليه من الخارج .

TITAN

تيتان

أحد توابع زحل اكتشفه كريستيان هويغنس عام ١٦٥٥ ، يدور تيتان حول زحل على مسافة ١٢٢٠ ألف كيلومتر في مدار دائري وتبلغ مدة دورانه المحوري ١٥ يوماً و ٢٢ ساعة و ٣٠ دقيقة ويقدر قطره بـ ٤٨٠٠ كلم فهو أضخم من القمر ويقرب حجمه من حجم عطارد .

TITANIA

تيتانيا

إحد توابع أورانوس البالغ قطره حوالي ١٨٠٠ كلم .

TETHYS

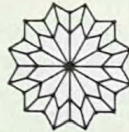
تيثيس

أحد توابع زحل الصغرى وهو كناية عن كتلة ضخمة من الجليد يبلغ قطرها حوالي ١٠٠٠ كيلومتر .

TIROS

تيروس

برنامج للأقمار الاصطناعية الخاصة بالأرصاد الجوية التابعة لهيئة ناسا الأمريكية . أطلق تيروس الأول في أول أبريل عام ١٩٦٠ والثاني في ٢٣ نوفمبر عام ١٩٦٠ والثالث في ١٢ يوليو عام ١٩٦١ وما تزال جميعها في مدارها حول الأرض .



والثمن . ومن أسائها الشجاع الصغير وحية الماء .

VULPECULA

الشعلب والوزة

كوكبة شمالية مؤلدة بين الدلفين والنسر والدجاجة .

SPECIFIC GRAVITY

الثقل النوعي

في الفيزياء : نسبة وزن جسم الى وزن حجم من الماء يساوي حجمه إذا كان الجسم جامداً أو سائلاً أو الى وزن حجم من الهواء مساو لحجمه إذا كان غازاً .

OCTANS

الثمن

صورة جنوبية مؤلدة تحتوي على القطب الجنوبي ذاته وتقع فوق الطاووس والهندي .

BINARY

ثنائي

في علم الفلك : يقال عن النجوم المزدوجة إذا كانت مؤلفة من نجمين يدور أحدهما حول الآخر أو يدوران معاً حول مركز ثقل مشترك .

TAURUS

الثور

كوكبة في فلك البروج بين الحمل والتوأمن غنية بالنجوم وفيها مجموعتا الثريا والقلائص اللتان تريان بالعين المجردة . والثور هو البرج الثاني من فلك البروج وتحله اليوم كوكبة الحمل بسبب مبادرة الاعتدالين . أهم نجومها :

ألفا الثور : الدبران ومن أسائه عين الثور وتالي النجم والفنيق والنطح والناطح وسائق الثريا .

بيتا الثور : قرن الثور الشمالي

غما الثور : أول الدبران

دلتا الثور : القلائص

إيتا الثور : عقد الثريا والجوز وثور الثريا .

كبا وأوسيلون الثور : الكلبان

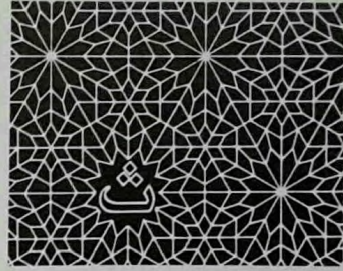
خي وأوسيلون الثور : الضيقة

بسي وفي وكبا الثور : الفردوس

ERUPTION

الثوران

قذف مواد من داخل الأرض إلى سطحها .



SOLAR CONSTANT

الثابت الشمسي

مقدار الحرارة الشمسية الواقع عادة على الطبقة الخارجية من جو الأرض والبالغ ١,٩٤ سعراً غرامياً في السنتيمتر المربع في الدقيقة .

CARBON DIOXIDE

ثاني أكسيد الكربون

في الكيمياء : غاز ناجم عن اتحاد الكربون بالأكسجين وهو موجود في الهواء ويوجد ذائباً في الماء .

SECOND

الثانية

جزء من ستين جزء من الدقيقة الزمنية أو من الزاوية أو القوس .

PLEIADES

الثريا

في علم الفلك : مجموعة من ستة نجوم ساطعة ونجم لا يرى بالعين المجردة في كوكبة الثور . وتقول الأسطورة إن بنات أطلس السبع حولن إلى هذه المجموعة من النجوم .

HYDRA

الثعبان

كوكبة جنوبية تمتد على مساحة واسعة . نجمها الرئيسي ألفا الثعبان يُسمى الفرد وقدره ٢,٢ .

HYDRUS

ثعبان البحر

كوكبة جنوبية قرب القطب الجنوبي بين الساعة

SPECIFIC GRAVITY

الجاذبية النوعية

في الفيزياء : نسبة وزن أى حجم من مادة إلى وزن حجم مساو له من مادة أخرى تعتبر قياسية عند درجة حرارة ثابتة أو معينة . المواد الصلبة والسائلة تقارن عادة بالماء عند درجة حرارة 4 مئوية .

ALGENIB

الجانب

نجم هو غماً الفرس الأعظم ويسمى أيضاً جنب الفرس وجناح الفرس وهو أحد نجوم مربع الفرس ويسمى مع سرة الفرس الفراغ المؤخر أو الفراغ الثاني .

JANUS

جانوس

أحد توابيع زحل الصغرى وأقربها إلى السيار اكتشفه أودوين دولفوس عام ١٩٦٦ . وهو كناية عن كتلة ضخمة من الجليد لا ترى إلا عندما تكون حلقات زحل موجهة حرفها باتجاه الأرض .

PERSEUS

الجبار

في علم الفلك كوكبة شمالية تسمى أيضاً فرساوس . اطلها .

CAPRICORN

الجدي

كوكبة في فلك البروج في نصف الكرة السماوية الجنوبي فيها نجمان من القدر الثالث هما بينا ودلتا . ونجمها ألفا مزدوج قدر أحد النجمين اللذين يتألف منها ٣,٨ وقدر الثاني ٤,٥ .

ألفا الجدي : الجدي

بينتا الجدي : الذابح

غماً الجدي : الناشرة

دلتا الجدي : ذنب الجدي

ألفا وبينتا الجدي : سعد الذابح وهو المنزل

الثاني والعشرون من منازل القمر

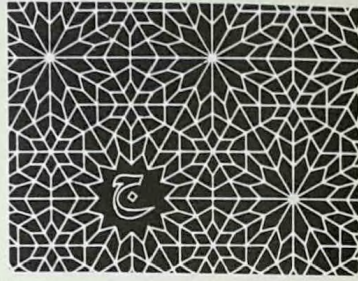
غماً ودلتا الجدي : المحبان

نوا الجدي : الشاة

ZENITAL ATTRACTIPN

الجذب السمتي

الرفع الظاهري لزواوية ارتفاع نجم نتيجة



ج

HERCULE

الجاثي

كوكبة شمالية يحدها شمالاً التين وشرقاً النسر الواقع وجنوباً الحواء وغرباً الحية والإكليل الشمالي . وهي صورة تمثل رجلاً جاثياً على ركبته اليمنى ويده اليمنى هراوة . وهذه الكوكبة يسير إليها كل النظام الشمسي . أهم نجومها :

ألفا الجاثي : رأس الجاثي وكلب الراعي

بينتا الجاثي : حامل الهراوة

كبا الجاثي : المرفق

لمبدا الجاثي : المعصم

يوتا الجاثي : النسق

ZERO GRAVITY

جاذبية الصفر

هي انعدام الوزن .

UNIVERSAL GRAVITY

الجاذبية العامة

ظاهرة عامة جاء نيوتن بنظريةها عام ١٦٨٧ لتفسير جاذبية الأرض ولتفسير قوانين كبلر المتعلقة بحركات السيارات الشمسية . فإذا أخذنا نقطتين ماديتين كتلتاهما ك وك' تفصل بينهما مسافة م فإنها تتجاذبان بقوة $\propto \frac{1}{m^2}$ ك ك' .

الجهات الأصلية

في الجغرافيا : أربع جهات هي الشرق والغرب
والشمال والجنوب .

CONTROL SYSTEM

جهاز قيادي

جهاز في القذيفة يؤمن لها وضعاً مستقرّاً خلال
الطيران الذي تعمل فيه محرّكاتها ويصحّح
الانحرافات التي يسببها الهواء أو أيّ اضطراب
آخر .

ALGEIBA

الجهة

نجم هو غمّا الأسد وهو واحد من أربعة نجوم
هي الفا وغمّا وإيتا وزيتا الأسد وهي المنزلة
العاشرة من منازل القمر .

ATMOSPHERE

الجو

كتلة الهواء التي تحيط بالأرض
في الفيزياء : وحدة الضغط وتساوي وزن عمود
اسطوانيّ من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سنتيمتراً
بمستوى سطح البحر .

HOMOSPHERE

الجو المتجانس

جوّ تكون فيه نسب الغازات متماثلة مع ما هي
عليه في مستوى سطح البحر .

CARINA

الجوّجؤ

إحدى كوكبات مجموعة كوكبة السفينة في نصف
الكرة السماوية الشماليّ تحتوي على سهل وهو
النجم الثاني في السماء من حيث الجلاء بعد
الشعري المائيّة .

ORION

الجوزاء

كوكبة في المنطقة الاستوائية تعتبر من أجمل
كوكبات السماء في ليالي الشتاء . يرى منها
بالعين المجردة سبعة نجوم أربعة منها (هي
منكب الجوزاء متغيّر يتأرجح قدره بين ٠,٤ و
١,٣ لونه أحمر ورجل الجبار قدره ٠,٣ ولونه
أبيض والناخذ والسيّف) تشكّل مربّعاً . أما
الثلاثة الباقية فتعرف بنطاق الجوزاء . فوق
النطاق يشاهد شريط مضيء هو سيف الجوزاء
وبالقرب منه سديم الجوزاء وهو نموذج للسّدم

لانكسار الضوء في الغلاف الجوّيّ .

MOLECULE

الجزيء

في الكيمياء أصغر جزء مستقلّ من المادّة يمكن أن
يوجد محتفظاً بالخواصّ الكيميائيّة لهذه المادّة التي
هو جزء منها .

CORAL ATOLL

الجزيرة المرجانيّة

جزيرة صغيرة في البحار المداريّة تتألّف من
المرجان وتشكّل عادة حلقة في وسطها بحيرة
صغيرة تسمّى لاغون .

PARTICLE

الجسيم

في الفيزياء : كلّ من مقوّمات الذرّة
(إلكترونات وبروتونات ونيوترونات
وسواها) .

GEOGRAPHY

الجغرافيا

علم يبحث في وصف الشكل الحاليّ الطبيعيّ
وال بشريّ لسطح الأرض وتفسيره .

GEOMORPHOLOGY

الجغرافيا التشكيليّة

فرع من الجغرافيا يعني بوصف تضاريس الكرة
الأرضيّة الحاليّة وتفسيرها بالاستناد إلى تطوّرها
وهي تقسم إلى جغرافية مناخيّة تحلّل تأثير المناخ
على تطوّر أشكال التضاريس وجغرافية بنيويّة
تبرز تأثير البنية الجيولوجية .

LUMINOSITY

الجلاء او الضياء

في علم الفلك : المقدار النسبي لضياءيّة النجم
دون أخذ بعلمه بعين الاعتبار .

PERMAFROST

الجمد السرمديّ

طبقة متجلّدة باستمرار على أعماق متفاوتة تحت
سطح الأرض أو المريخ أو غيره من السّيارات .

ALGENIB

جنب الفرس

ويسمّى أيضاً جناح الفرس وهو بيتا الفرس
الاعظم أحد نجوم مربّع الفرس ويسمّى مع
سرّة القوس الفرغ المؤخّر أو الفرغ الثاني .

BETA ANDROMEDAE

جنب المسلسلة

وتدعى أيضاً المراق Mirach والمزار Mizar والرشا

Alrishah

جونو

JUNO

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفته مجموعة من علماء الفلك الألمان بزعماء يوهان شروتر والبارون فون زاخ .

ATOM

الجوهر الفرد او الذرة

في الكيمياء : الذرة وهي أصغر جزء من عنصر كيميائي يمكن أن يدخل في تفاعل . وتتكوّن الذرة من نواة تتألف من نيوترونات وبروتونات ومن الالكترونات تدور حول النواة .

GYROSCOPE

الجيروسكوب

جهاز يتكوّن من عجلة مركّبة بحيث يكون محور دورانها حرّاً ليتحرّك حول كلّ من محورين عموديين عليه وعموديين أحدهما على الآخر . وعلى هذا تكون العجلة حرّة الحركة في جميع الاتجاهات فإذا ما دارت يأخذ محورها اتجاهاً ثابتاً حتى ولو كانت الأرض تدور تحتها . وعندما يصوّب محورها باتجاه الشمال يعمل الجهاز كبوصلة جيرو .

GEOLOGY

الجيولوجيا

علم طبقات الأرض .
في علم الفلك : دراسة المادّة الصلبة في جرم سماوي كالقمر .

المجرّية ذات أشعّة البثّ وهذه الكوكبة تسمّى أيضاً بالجبار وهكذا جاء ذكرها في التوراة : « الذي صنع الثرىا والجبار ومحوّل ظلّ الموت صبحاً » . والكوكبة على هيئة رجل قائم في ناحية الجنوب عند دائرة البروج بيده اليمنى هراوة وبيده اليسرى ترس وعلى وسطه سيف .

ألفا الجوزاء : منكب الجوزاء

بيتا الجوزاء : رجل الجوزاء اليسرى

غما الجوزاء : الناجز

دلتا الجوزاء : المنطقة

إيسيلون الجوزاء : النظام

زيتا الجوزاء : النطاق

إيتا الجوزاء : سيف الجبار

يوتا الجوزاء : نيرّ السيف

كبا الجوزاء : رجل الجوزاء اليمنى

لمبدا الجوزاء : الميسان

دلتا وليدا وزيتا الجوزاء : نطاق الجوزاء

يوتا وثيتا وأوبسيلون الجوزاء : سيف الجوزاء

أوسيف الجبار

ألفا وغما ودلتا وكبا الجوزاء : جمال أو إبل راعي

الجوزاء

ألفا وبيتا الجوزاء : راعي الجوزاء

ألفا وغما الجوزاء : الناجد



CRITICAL VOLUME

الحجم الحرج

في الفيزياء : الحجم الذي يشغله غرام واحد من المادّة عند درجة الحرارة الحرجة وتحت الضغط الحرج .

DECLINATION

الحدود المغنطيسي

في الفيزياء : الزاوية المشكّلة بين خط اتجاه الإبرة المغنطيسية والشال الجغرافي الحقيقي .

IRON

الحديد

عنصر كيميائيّ رمزه (ح) ووزنه الذريّ ٥٥,٨٥٧ . وهو معدن صلب يعرف الشديد منه بالذکر والمطاوع بالأنثى ، وهو أكثر المعادن استعمالاً في الصناعة .

TEMPERATURE

الحرارة

في الفيزياء : مقدار فيزيائيّ يميّز بطريقة موضوعيّة الشعور بالسخونة أو البرودة الناتجتين عن ملاسة جسم ما .

CRITICAL TEMPERATURE

الحرارة الحرجة

في الفيزياء : درجة الحرارة التي لا يمكن لغاز عند درجة أعلى منها أن يتحوّل إلى سائل بواسطة الضغط وحده مها كان .

CHAMAELION

الحرباء

كوكبة صغيرة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبيّ بين القطب والسفينة ، أسطع نجومها من القدر الرابع .

RETROGRADE MOTION

حركة تراجعية

في علم الفلك : حركة جرم سماويّ في اتجاه مضادّ للاتجاه المألوف عند الأجرام المائلة .

COMA BERENICES

الحزمة

كوكبة شالية هي الذؤابة . اطلها .

PERIHELION

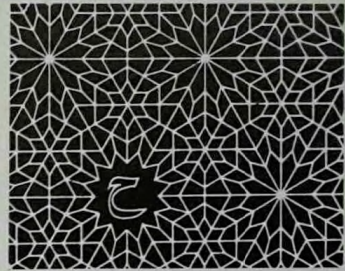
الحضيض الشمسي

في علم الفلك : أقرب نقطة في مدار كوكب سيار أو أي جرم سماويّ آخر إلى الشمس .

PERIGEE

الحضيض القمري

في علم الفلك : أقرب نقطة في مدار القمر إلى الأرض .



ح

CAPELLA

الحادي أو الحادي

نجم في كوكبة العناز هو العيوق : اطله .

BOOTES

حارس السماء أو حارس السك الرامح أو حارس الشال

أنظر العواء .

COMPUTER

الحاسبة الإلكترونية

آلة إلكترونية تقوم بعمليات حسابية سريعة .

SOLAR BATTERY

الحاشدة الشمسية

في الكهرباء : أداة لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية .

GRANULE

الحبيبة

في الفيزياء : اسم يطلق على الجسيمات التي يقل حجمها عن الميرون وتكون عادة مكهربة وخاصة للحركة البروتية .

AEROLITE

الحجر الجوي

كتلة معدنية تهبط من الفضاء على الأرض .

METEORITE

الحجر النيزكي أو الرجم

كتلة حجرية يتراوح وزنها بين بضعة سنتيغرامات وعدة أطنان تأتي من الفضاء وتسقط على سطح الأرض محدثة أحياناً ظاهرة صوتية عند دخولها في الجو الأرضي .

الحظيرة

ASINUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو إيسيلون السرطان ومن أسماؤه الحمار الشامي والنشرة والمعلف واللاهة .

SPECESUIT حلة الفضاء او البذلة الفضائية

حلة ضغط صممت لتلبس في الفضاء أو على ارتفاعات في الغلاف الجوي يقل فيها الضغط وهي تمكن لابسها من الاستغناء عن غرفة حفظ الضغط .

SATURN'S RINGS

حلقات زحل

حلقات ثلاث متحدة المركز ترى حول زحل ويحتمل أن تكون بقايا تابع تحطم .

الحلقة

آلة فلكية قديمة لتحديد الاعتدال والانقلاب .

DIAMOND RING

الحلقة الماسية

في علم الفلك : حلقة متألفة تظهر على قرص الشمس مباشرة قبل كسوف كامل أو بعده ولا تدوم إلا بضعة ثوان . وقد التقطت صورة فوتوغرافية لهذه الحلقة في الحادي والعشرين من شهر تشرين الثاني (نوفمبر) عام ١٩٦٦ .

الحمار الشامي

ASELLUS BOREALIS

نجم في كوكبة السرطان هو إيسيلون السرطان من أسماؤه النشرة والمعلف والحظيرة واللاهة .

COLUMBA

الحمامة

كوكبة جنوبية صغيرة مولدة . قدر أسطح نجومها ٢,٨ .

ألفا الحمامة : الفاختة

بيتا الحمامة : الوزن

ألفا وبيتا الحمامة : الأغريرة

ثيتا وكبأ الحمامة : القدور

ARIES

الحمل

كوكبة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع في منطقة البروج وهي على هيئة خروف ملتفت إلى الوراء ووجهه إلى ظهره وله قرنان كال كبش .

CONVECTION الحمل الحراري او التصعد

في الفيزياء : انتقال الحرارة من جزء من السائل أو الغاز إلى جزء آخر ، كان يتم ذلك عن طريق ارتفاع الجزء الحار وهبوط الجزء البارد .

LAVA

الحمم

مواد تقذفها البراكين في حالة سائلة أو لزجة ثم تتجمد على سطح الأرض .

OPIUCHUS

الحواء

كوكبة استوائية متشابهة مع كوكبة الحية بين العقرب والرامي من جهة والجاثي من جهة ثانية . وهي صورة رجل قائم وقد قبض بيديه على حية رأسه يصل إلى رأس الجاثي وقدمه اليسرى على العقرب والحية رأسها تحت الإكليل الشامي وذنبها يصل إلى كوكبة العقاب وقد قبض عليها بيديه وأمرها بين فخذه . أهم نجومها :

ألفا الحواء : رأس الحواء

بيتا الحواء : كلب الراعي

دلتا الحواء : المقدم في يد الحواء اليسرى

إيسيلون الحواء : المؤخر في يد الحواء اليسرى

إيتا الحواء : السابق الثاني موضعه في الركبة اليمنى

لمدا الحواء : المرفق

PISCES

الحوت

كوكبة في فلك البروج لا تحتوي على نجوم فوق القدر الرابع . والحوت هو البرج الثاني عشر ويظهر بصورة سمكتين مربوطتين بذنبيهما والحوتان حوت شامي وحوت جنوبي وسمي الأول بالحوت المقدم والثاني بالحوت المؤخر .

ألفا الحوت : الرشا

بيتا الحوت : فم السمكة

الحوت الجنوبي

PISCIS AUSTRINUS

كوكبة جنوبية نجمها الرئيسي فم الحوت وقدره

١,٣

الغوض

COMA BERENICES

كوكبة شمالية هي الذؤابة . اطلبها .

CUMULUS

الحير

سحاب مؤلف من عناقيد نجوم مدورة ذات قاعدة مسطحة .

SERPENS

الحية

كوكبة استوائية ترسمها نجوم جميلة منتشرة على مساحة واسعة في السماء وتلاحظ فيها منطقتان

يفصل بينهما جزء من كوكبة الحواء وهما رأس الحية وذنب الحية ولكنهما في الواقع كوكبتان منفصلتان .

ألفا الحية : عنق الحية

بيتا الحية : ابتداء النسق الشامي

دلتا الحية : ابتداء النسق الياني

ثيتا الحية : الحية

دلتا ولبدا وألفا وإسبلون الحية : النسق الياني



خط الاستواء السماوي

CELESTIAL EQUATOR

دائرة كبيرة في الكرة السماوية معامدة لمحور العالم وتؤخذ معلماً للإحداثيات الاستوائية .

خط الاستواء المغنطيسي

MAGNETIC EQUATOR

خط عدم الانحراف المغنطيسي ويقع قرب خط الاستواء الجغرافي ، شماله في إفريقيا والمحيط الهندي وجنوبه في أمريكا والمحيط الهادئ الشرقي .

GEODESIC LINE

الخط الجيوديسي

في الرياضيات : أقصر خط بين نقطتين على سطح معين .

خط الزوال الفلكي

CELESTIAL MERIDIAN

الدائرة العظمى في الكرة السماوية المارة بالسمت والقطبين السماويين (الفلكيين) مقابلة الأفق في نقطتين تسميان نقطتي الشمال والجنوب .

خط الزوال المغنطيسي

MAGNETIC MERIDIAN

مستو رأسي يمر باتجاه المجال المغنطيسي للأرض أي مستو رأسي يمر بمحور البوصلة المغنطيسية .

TERMINATOR

الخط الفاصل

الخط الذي يفصل بين الجزء المنير والجزء المظلم من قرص القمر أو قرص أي سيار آخر في النظام الشمسي .

الخطم أو الخطاطم

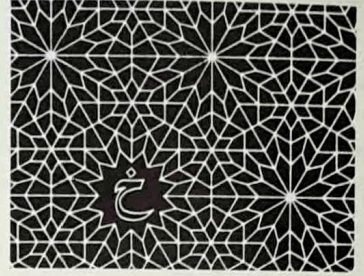
MUSCIDA

نجم هو أو ميكرون الدب الأكبر .

ALCOR

الخوار

نجم هو زيتا الدب الأكبر ملاصق لبنات نعش كان الناس يمتحنون به أبصارهم . من أسماؤه أيضاً الصديق والصيدوق .



خ

CORONA AUSTRALIS

الحباء

كوكبة جنوبية هي الإكليل الجنوبي . اطلبه .

CORVUS

الحباء والحباء الهائي

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الجنوبي هي الغراب . اطلبه .

EMERSION

الخروج

ظهور القمر وجلاؤه بعد ظلمته في الخسوف .

EGRESS

الخروج

خروج السيارين عطارد والزهرة من قرص الشمس وخروج تابع من قرص سيار .

ECLIPSE

الخسوف

في علم الفلك : ذهاب نور القمر لتوسط الأرض بينه وبين الشمس وقد يكون جزئياً أو كلياً .

NIBOSTRATUS

الحسييف

طبقة من السحب الخفيفة ذات لون رمادي داكن .

EQUATOR

خط الاستواء

في الجغرافيا : دائرة كبيرة على سطح الكرة الأرضية مستوية معامد لخط القطبين وتقسّم الكرة إلى نصفين متساويين .

دلنا الدبّ الأصغر : يلدز إيسيلون الدب
الأصغر مغرز الذنب

ألفا ودلتا وابسيلون ولمبدا وبيتا وغما وزيتا وإيتا
الدب الأصغر : بنات نعش الصغرى

URSA MAJOR

الدبّ الأكبر

كوكبة شمالية عظيمة المساحة تعرف بواسطة
النعش وبنات النعش وأكثر نجومها لا تغيب .
والدبّ الأكبر يحتوي على مجرة مهمة هي م ٨١
وعلى سديم مجريّ هو م ٩٧ بين النجمين بيتا
وغما .

ألفا الدبّ الأكبر : الدبة

بيتا الدبّ الأكبر : المراق

غما الدبّ الأكبر : الفخذ

دلتا الدبّ الأكبر : المغرز

إيسيلون الدب الأكبر : الآلية

زيتا الدب الأكبر : المئزر

إيتا الدبّ الأكبر : القائد

ألفا وبيتا وغما ودلتا وابسيلون وزيتا وإيتا الدبّ

الأكبر : بنات نعش الكبرى

ألفا وبيتا وغما ودلتا الدب الأكبر : سرير بنات

نعش

ألفا وبيتا الدبّ الأكبر : الدليلان لأنهما يدلّان

على نجم القطب

DUBHE

الدبة

نجم هو ألفا الدبّ الأكبر يشكّل مع المراق

الدليلين وهو الشماليّ منهما . والدبة نجم من

القدر ٢,٠ وفئة طيفه ك صفر .

ALDEBARAN

الذبران

نجم هو ألفا الثور ومعناه التابع أي تابع الثريا

وهو من القدر ١,١ وفئة طيفه ك ٥ . من أسنانه

أيضاً الفائق أي البعير الثمن وعين الثور .

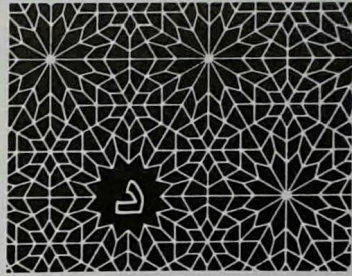
GEOMORPHOLOGY

دراسة شكل الأرض

فرع من الجغرافيا يعني بدراسة كل ما يتعلّق

بشكل المناطق الجغرافية وتضاريسها بما في ذلك

المناطق التي تغمرها مياه البحار .



د

ZODIAC

دائرة البروج

دائرة وهمية في السماء مقسّمة إلى اثني عشر
جزءاً أطلق على كلّ منها اسم البرج الذي كان
يعتقد أنه يخصّه ، وحسب معتقدات التنجيم
القديم تؤثر في حياة البشر وصحتهم وأطباعهم
وتتحكّم بمصيرهم .

ARCTIC CIRCLE

دائرة القطب الشماليّ

دائرة صغيرة تبعد عن القطب حوالى ٢٣,٥° .

DYNE

الداين

وحدة قياس للقوّة في نظام الستيمتر غرام ثانية
تساوي القوّة التي تسارع كتلة غرام واحد
ستيمترا واحداً في الثانية .

URSA MINOR

الدبّ الأصغر

أقرب كوكبة إلى القطب الشماليّ وقد رسمت
بصورة دبّ صغير قائم الذنب وفي طرف ذنبه
نجم القطب وهو نجم يقابل قطب الأرض فلا
يرى منفقلاً لذلك تسمّيه العامّة بالمسار .

ألفا الدبّ الأصغر : نجم القطب

بيتا الدبّ الأصغر : الكوكب

غما الدبّ الأصغر : الفرقد أو أخفى

الفرقدين

درب التبانة

MILKY WAY

سديم واسع يبدو منتشراً حول السماء كحزام غير منظم في جوانبه وتواصله ، وهو المجرة التي ينتمي إليها نظامنا الشمسي ويقال لها أيضاً درب اللبّانة .

درب اللبّانة

MILKY WAY

هي درب التبانة . اطلّ عليها .

الدجاجة

CYGNUS

كوكبة شامية تشكّل نجومها الرئيسية صليباً كبيراً مؤلفاً من خمسة نجوم . والكوكبة تقع شرقي الشلياق أو النسر الواقع : عدد نجومها خمسون تقريباً أشهرها :

ألّفا الدجاجة : الردف وذنب الدجاجة .

بيتا الدجاجة : منقار الدجاجة

غمّا الدجاجة : صدر الدجاجة

إيسيلون الدجاجة : جناح الدجاجة

أوميغا ٣ الدجاجة : ركة الدجاجة

بي الدجاجة : عزل الدجاجة

دلتا وغمّا وإيسيلون وزيتا الدجاجة : الفوارس

AIR LOCK

دسام هوائي

نوع من السدود الهوائية يمكن من الانتقال من محيط إلى آخر عازلاً المحيطين عزلاً تاماً .

JET

دفعه نفثية

مجموعة الغازات الحارة التي تندفع من مؤخّر صاروخ أو من أنبوب نفّاث .

GREENHOUSE

الدفيئة

في علم الزراعة : بيت من الزجاج أو من مادة أخرى شقافة لزراعة النباتات الرخصة ووقايتها من البرد .

SIDERAL MINUTE

الدقيقة النجمية

الجزء الواحد من ستين جزءاً من الساعة النجمية .

DELPHINUS

الدلفين

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الشمالي تقع جنوبي الدجاجة وتتألف من عشرة نجوم لا

يتعدى أكثرها سطوعاً القدر الرابع .

ألّفا الدلفين : ذنب الدلفين الشمالي

بيتا الدلفين : ثاني الدلفين

إيسيلون الدلفين : ذنب الدلفين

ألّفا وبيتا وغمّا ودلتا الدلفين : العقود

AQUARIUS

الدلو

كوكبة هي البرج الحادي عشر من منطقة البروج وهي على هيئة إنسان قائم باسط يديه وأخذ بإحدى كوزاً مقلوباً يسكب منه الماء ، لذلك سمي أيضاً بالساقى وبسكب الماء .

الدور الميتوني

METONIC CYCLE

دور قمري أشار إليه ميتون اليوناني ومدته ١٩ سنة شمسية أو ٢٣٥ شهراً قمرياً حيث يعود الهلال والبدر في نهايته إلى اليوم ذاته من السنة أي أنّ الاقتران والاستقبال يقعان في وقت واحد في مدة كل ١٩ سنة . فاذا وقع الاقتران في اليوم الخمسين من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ١٩ سنة .

ROTATION

الدوران المحوري

في الفيزياء : حركة جسم حول محوره (كدوران الأرض حول محورها) .

الدوران المداري

REVOLUTION

في علم الفلك : حركة جرم سماوي على مدار حول جرم آخر

CYCLE

دورة

سلسلة من الظواهر تتعاقب في ترتيب معين . في علم الفلك : حقبة تعود بعدها ظواهر فلكية في الترتيب ذاته كالدورة الشمسية .

الدورة الاقترانية

SYNODIC PERIOD

في علم الفلك : متوسط الوقت الفاصل بين وقوعين متعاقبين لسيّار في اتجاه معاكس لموقع الشمس بالنسبة إلى الأرض .

ديموس

DAIMOS

أحد تابعي المريخ تستغرق مدّة دورانه حول
السيّار ٣ ساعات و ١٤ دقيقة ويظلّ فوق الأفق
المريخي لمدة ٦٤ ساعة . لا يتعدّى أقصى قطر له

ديونه

DIONE

أحد توابع زحل الصغرى يأتي بالترتيب من
حيث بعده عن السيّار بعد تيتان .



الذئابة

MUSCA

كوكبة صغيرة مؤلدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي بين رأس الغول والحمل . كانت تدعى قديماً النحلة .

الذبذبة

VIBRATION

في الفيزياء : حركة دورية لنظام مادي من جانب الى آخر من وضع توازنه .

الذراع

CUBIT

وحدة قياس قديمة للطول تساوي عادة نحواً من ١٨ إنشاً .

الذراع المبسوطة

CASTOR AND POLLUX

نجمان في التوأمين يشكلان المنزل السابع من منازل القمر .

الذئب

LUPUS

كوكبة جنوبية تقع بمحاذاة كوكبة قنطورس ليس لها شكل واضح المعالم وتدعى أيضاً الأسد .

ذئب الأسد

DENEBOA

نجم هو بيتا الأسد قدره ٢,٢ وفئة طيفه ٢ . وقد سمي الصرفة لانصراف البرد عند سقوطه في المغرب بالغدوات وانصراف الحر عند طلوعه من تحت شعاع الشمس بالغدوات وهو المنزل الثاني عشر من منازل القمر .

ذئب الدجاجة

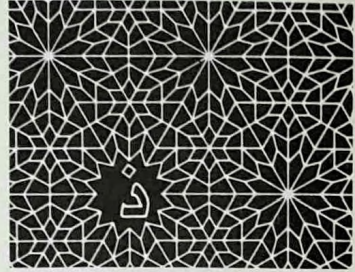
DENEB

نجم هو ألفا الدجاجة قدره ١,٣ وفئة طيفه ٢ . يبعد عن الأرض مسافة ٦٠٠ سنة ضوئية .

الذئابة

COMA BERENICES

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الشمالي تقع بين العنّاز والأسد فيها حوالي ٢٠ نجماً تتراوح أقدارها بين الرابع والسادس . من أسماؤها أيضاً : الهلبة أو الهلبة والخرمة وضفيرة الأسد والبلاب والحوض والكؤارة .



ذ

ARMILLARY SPHERE

ذات الحلق

آلة فلكية قديمة مؤلفة من كرة وحلقات معدنية متحركة ومتراكبة وهي الاضطراب المسطح . والمراد بالتسطيح هنا تسطیح الكرة السماوية مع حفظ الخطوط والدوائر المرسومة عليها .

ذات الربع

QUADRANT

أداة تستعمل في الفلك لقياس ارتفاع الأجرام السماوية .

CASSIOPEIA

ذات الكرسي

كوكبة تقع على مقربة من القطب الشمالي فيها حوالي ثلاثين نجماً ترى بالعين المجردة . والكوكبة تمثل امرأة جالسة على كرسي له قائمة كقائمة المنبر رأسها وبدنها في المجرة ورجلاها على الدائرة الشمالية .

ألفا ذات الكرسي : الصدر

بيتا ذات الكرسي : الكف

دلتا ذات الكرسي : الركبة

إسيليون ذات الكرسي : الركبة

ثيتا ومودا ذات الكرسي : المرفق

ثيتا ذات الكرسي : المابض

ذو الأعنة

AURIGA

في علم الفلك : كوكبة تقع بين الثريا والدب الأكبر .

الذئب

ADIB

نجم هو ألفا التتتين سماء العرب بالذئب وهو ذكر

الضباع فانخذ الإفرنج هذا الاسم الأخير ثم تركوا الذئب وبقيت لفظة الضباع Adiba التي أصبحت Adib .

ADHIL

الذيل

نجم هو كسي المرأة المسلسلة .



RADIOMICROMETER

الراديو ميكرومتر

جهاز في منتهى الدقة لقياس الإشعاع الحراري يتكوّن من مزدوج حراريّ مرتبط مباشرة في أنشودة من النحاس مكوّنأ بذلك ملفاً لغلطانومتر حسّاس .

APEX

الرأس

في علم الفلك : النقطة التي تتجه إليها الشمس في مسيرها بالفضاء .

RASALAS

رأس الأسد

نجم هو مو الأسد الشاليّ أما رأس الأسد الجنوبيّ فهو إيسيلون الأسد .

CASTOR

رأس افلون

في علم الفلك : نجم في كوكبة التوأمن من القدر الأول ويسمى أيضاً نير التوأمن .

RASTABAN

رأس الثعبان

نجم هو بيتا الثنين أو بيتا الثعبان .

RASALGETHI

رأس الجاثي

نجم هو ألفا الجاثي ويسمى أيضاً كلب الراعي .

رأس الحواء

RASALHAGUE

نجم هو ألفا الحواء

ALGOL

رأس الغول

نجم هو بيتا فرساوس وهو نجم متغير يتألف من نجمين أحدهما نير والثاني مظلم يدوران حول مركز ثقل مشترك في مدة يومين و ١٢ ساعة . فئة طيفه ب ٨ . ويسمى أيضاً الغول .

رأس هرقل

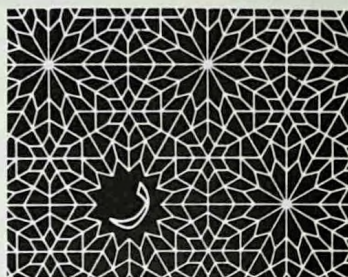
POLLUX

في علم الفلك : نجم في كوكبة التوأمن بين القدر الأول والقدر الثاني ويسمى أيضاً رأس التوأم المؤخر .

BOOTES

راعي الشاة

أنظر العواء .



PALM

راحة اليد

طول الكف من المعصم إلى رؤوس الأصابع .

RADAR

الرادار

جهاز لتحديد وجود الشيء وموقعه بواسطة أصداة الموجات الرادوية .

DOPLER RADAR

رادار دوپلر

رادار يقيس سرعة جسم متحرك بقياس التغير في تردد الموجة الحاملة للإشارة العائدة . ويتناسب هذا التغير مع سرعة الجسم المقترّب من محطة الرادار أو المبتعد عنها .

RADIO

الراديو

الإرسال والالتقاط الرادوي للنبضات والإشارات الكهربائية بواسطة موجات كهربائية .

RADIOSCOPE

الراديو سكوب

في الفيزياء : مكشاف الفاعلية الإشعاعية في الراديو .

RADIOMETER

الراديو متر

جهاز يكشف شدة الإشعاع الحراريّ وقيسه ولا سماً الإشعاع تحت الأحمر .

الراقص

HERCULES

كوكبة في نصف الكرة السماوي الشمالي هي الجاثي . اطلبه . والراقص أيضاً في لسان التنين .

الرامي أو القوس

SAGITTARIUS

كوكبة في فلك البروج نصفها تقريباً في المجرة في المنطقة التي يتفق الفلكيون على اعتبارها نواة المجرة حيث تراكم المواد الكونية يجعل جميع نجومها قليلة الضياء . والرامي هو البرج التاسع ويعرف بواسطة خمسة نجوم على هيئة قصعة منقطة في جانب المجرة الشرقي تسميها العامة قصعة اللبن .

ألفا الرامي : ركة الرامي

بيتا الرامي : عرقوب الرامي

غما الرامي : النصل . أول النعائم

دلتا الرامي : مقبض القوى

إيسيلون الرامي : الجنوبي من النعائم الواردة

زيتا الرامي : إبط الرامي

لمبدا الرامي : راعي النعائم

نوا ونو الرامي : عين الرامي

موا ومو الرامي : الظليان

سيغما الرامي : أحد النعائم الصادرة

بي الرامي : البلدة

ألفا وبيتا الرامي : الصرادران

غما ودلتا وإيسيلون وإيتا الرامي : النعائم

الواردة

سيغما وزيتا وفي وحي وتاو الرامي : النعائم

الصادرة

لمبدا ومو الرامي : الظليان

تاو ونو وبسي وأوميغا وزيتا الرامي : القلادة أو

القلانص

ويقال للرقعة من السماء التي ليس فيها نجوم

والتي تلي النعائم « البلدة » وهي الحادي

والعشرون من منازل القمر .

رانجر

RANGER

برنامج هيئة ناسا الأمريكية لتحقيق الدوران حول القمر والتزول عليه بواسطة مركبة حاملة للأجهزة دون إنسان .

رائد الفضاء

SPACEMAN

من يقوم برحلة في سفينة فضائية خارج الجو الأرضي .

الربعية

QUADRANT

في علم الفلك : آلة لقياس الارتفاع الزاوي . في الرياضيات : ربع دائرة من ٩٠° مئوية .

الرجل

RIGEL

نجم هو بيتا الجوزاء قدره ٠,٣٥ . فئة طيفه ب ٨ . من أكثر النجوم سطوعاً في السماء ومن أكثرها جلاءً ذاتياً . يربو ضياؤه على ١٥٠٠٠ ضعف من ضياء الشمس .

رجل الجوزاء

RIGEL

نجم هو بيتا الجوزاء ويسمى أيضاً راعي الجوزاء . ورجل قنطورس هو ألفا قنطورس ويسمى أيضاً الخصار ورجل العواء هو مو العواء ورجل المسلسلة هو غما المسلسلة .

الرجم أو الحجر النيزكي

METEORITE

كتلة حجرية أو معدنية يتراوح وزنها بين بضعة سنتيغرامات وعدة أطنان تأتي من فضاء ما بين الكواكب وتقع على سطح الأرض محدثة في أكثر الأحيان ظاهرة ضوئية عند دخولها في الجو الأرضي .

الرسم المنظوري

PERSPECTIVE

فن رسم الأشياء بطريقة تحدث في النفس الانطباع عنه (من حيث الأبعاد النسبية والحجم ...) الذي تحدثه ذاتها حين ينظر إليها من نقطة معينة .

RISHA

الرشا

نجم هو بطن الحوت وهو المنزل الثامن والعشرون من منازل القمر .

STRATUS	الرهج
طبقة أفقية خفيفة من سحب رمادي ينسف فوق رقعة واسعة .	الروزنامة
ALMANACH	ريا
لائحة تحتوي على جداول الأيام والأسابيع والأشهر مع بيان طلوع الشمس والقمر وغروبها . والكلمة من المناخ العربية .	الريل
RHEA	
أحد نوابع زحل وهو كناية عن كتلة ضخمة من الجليد .	
RILL	
أحد الأودية الطويلة الضيقة على سطح القمر .	

SPACE PLATFORM	رصيف الفضاء
بناء يتمركز عادة مع الأرض يدور حولها ويمكن العيش فيه يستخدم كمحطة لاطلاق مركبات الفضاء الأخرى أو لأبحاث الفضاء .	رقيب الشريا
CAMELLA	الركبة
نجم في كوكبة العناز هو العيوق . اطلبه .	
RUCHBAH	
نجم هو دلثا ذات الكرسي واسمه الكامل ركبة ذات الكرسي . وركبة الدجاجة هي أوميغا ² ذات الكرسي وركبة الرامي هي ألفا الرامي .	ركبة الرامي
RUKBA	الركام
CUMULUS	
سحاب مؤلف من أكداش مدورة ذات قاعدة	



المنطقة الوسطى المضيفة والمنطقة الخارجية القائمة تقع « فجوة كسبي » . أما المنطقة الداخلية القريبة من السيار ففاقة جداً وترى كرة زحل من خلالها . قطر هذه الحلقات يبلغ ٢٨٥ ٠٠٠ كلم وهي تتألف من عدد لا يحصى من التوابع التي يستحيل التمييز بينها بالوسائل البصرية ولا يبدو أن سياتها تتعدى ٦٠ كلم . تحيط بزحل عشرة توابع معروفة الآن تسير في مستوي الحلقات باستثناء الأخير منها وتتراوح مسافاتها عن مركز السيار بين ١٨٦ ٠٠٠ كلم و ١٣ مليون كلم وهي : مياس وأنسلادس وتيس وديونه وريا وتيتان وتيميس وهيريون وبابيتوس وفوبه .

HYDROPONICS

الزراعة بالماء

زراعة النباتات في ماء أو زيت فيه بعض المواد المغذية .

الزرافة

CAMELOPARDALIS

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي تقع بين الدب الأصغر والعنّاز .

SIDEREAL TIME

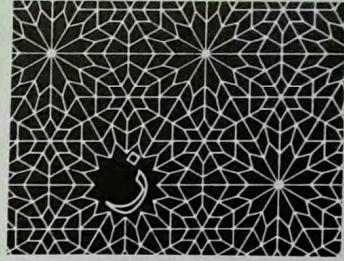
الزمن النجمي

الزمن المبني على أساس اليوم النجمي البالغ ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .

VENUS

الزهرة

ثاني سيار النظام الشمسي بالنسبة إلى بعدها عن الشمس وهي من مجموعة السيارات الداخلية والتي هي أقرب من الأرض إلى الشمس . تتبع أحياناً الشمس بعد غروبها وتتقدمها قبل شروقها وهذا ما جعل الأقدمين يعتقدون بوجود سيارين مختلفين سموها نجمة المساء ونجمة الصبح . ومن ناحية ثانية يحدث تغير بعد الزهرة عن الأرض تغيرات مهمة في قطرها الظاهر . ولها أوجه كاوجه القمر . يتألف جوها من الغاز الفحمي . وفي بعض الاقترانات تمر الزهرة أمام الشمس وقد قام هذا



ز

ACUBENS

الربان أو الزباني

هو ألفا السرطان واسمه الكامل زيان السرطان الجنوبي .

ZUBAN

الزبانيان

نجمان في الميزان هما ألفا وبيتا الميزان وهما المنزل السادس عشر من منازل القمر .

DELTA AND THETA LEONIS

الزبرة

دلتا وثيتا الأسد ، وهي الحادي عشر من منازل القمر .

ZUBRA

زبرة الأسد

نجم هو دلتا الأسد .

SATURNE

زحل

السيار الرئيسي السادس من سيارات النظام الشمسي بالنسبة إلى بعده عن الشمس . طبيعته تشبه طبيعة المشتري بأحزمته الغيمية الفاتحة والقائمة الموازية لخط الاستواء الذي يميل مستويته على مستوي المدار الذي يميل بدوره ٢٨° ١ على فلك البروج . ويتميز زحل بحلقات منفصلة كلياً عن السيار وواقعة على مستوي القطبي . وتنقسم هذه الحلقات إلى ثلاث مناطق رئيسية تختلف في الضياء . وبين

العبور بدور مهم في الحساب الدقيق لبعـ
الأرض عن الشمس .

ADHAFARA

زيتا الاسد

نجم في كوكبة الاسد يسمى الضفيرة او ضفيرة
الاسد ومن اسمائه الهلبة .

DOPPLER SHIFT

زيمان دوبلر

في الفيزياء : زيمان خطوط الطيف لجسم

مضيء نحو اللون الاحمر كلما ابتعد الجسم عن
مكان الطيف .

ABERRATION

الزيفان

في علم الفلك : تحرك ظاهر لصورة نجم في
المرقب .

في علم الضوئيات : مجموعة من التشوهات في
أنظمة ضوئية لا تعطي صوراً واضحة .



AQUARIUS

الساقبي

كوكبة هي البرج الحادي عشر من منطقة البروج وهي على هيئة إنسان قائم باسط يديه وأخذ بأحديهما كوزاً مقلوباً يسكب منه الماء . من أسائه الدلو وساكب الماء . أهم نجومها : ألفا وأوميكرون الساقبي : عند العرب سعد الملك

بيتا وكسي الساقبي : النجمان على منكبيه الأيسر غمماً وكسي وإيتا وبى الساقبي : عند العرب سعد الأخبية (وقد سمي بذلك لأنه إذا طلع طاب الهواء وخرج ما كان مختبئاً من الهوام تحت الأرض من البرد)

دلتا الساقبي : ساق الساقبي
إيسيلون الساقبي : سعد بالغ أو سعد بلع وهو المنزل الثالث والعشرون من منازل القمر لمبدأ ومو وسيغما الساقبي : الخباء
كبا الساقبي : السطل

SAROS

الساهور

في علم الفلك : دورة الخسوف والكسوف التي تتكرر كل ١٨ سنة و ١٠/٣ أيام ، عندما تعود الشمس والقمر والأرض إلى وضع واحد نسبياً . ليس الساهور دقيقاً لكن القدماء كانوا يستعملونه كثيراً .

CETUS

سبع البحر

هو قيطس . انظره .

SPECTROPHOTOMETER

السيكتر وفوتومتر

في الفيزياء : أداة لقياس شدة الضوء النسبية بين مختلف أجزاء الطيف .

SPECTROHELIOSCOPE

السيكتر وهيليو سكوب

في علم الفلك : مرقة الطيف الشمسي .

SPUTNIK

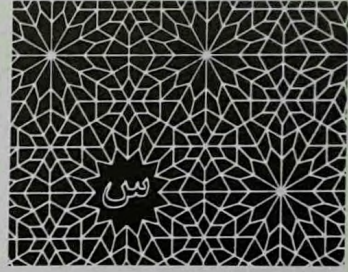
سبوتنيك

اسم يطلقه الروس على أقمارهم الاصطناعية ومعناه « التابع » .

SPUTNIK ١

سبوتنيك ١

أول مركبة فضائية أطلقها الاتحاد السوفيتي في



Digitized by Ahmed Barod

س

SATURN

ساتورن

مشروع هيئة ناسا الأمريكية لبناء صاروخ ضخمة من نوع الخزمة في مرحلة التطور ويعطي حوالى ١ ٥٠٠ ٠٠٠ باوند من الدفع في مرحلته الأولى . أول إطلاق ناجح تم في ٢٧ أكتوبر عام ١٩٦١ .

QUARTZ CLOCK

ساعة الكوارتز

ساعة تنظم حركتها بلورة من الكوارتز تتذبذب تذبذباً ثابتاً تحت تأثير مجال كهربائي متردد له تردد البلورة نفسه . وهي ساعة أكثر دقة من الساعة التي ينظم حركتها بندول وتستعمل في الدراسات الفلكية الدقيقة .

SIDERAL HOUR

الساعة النجمية

الجزء الواحد من ٢٤ جزءاً من اليوم النجمي البالغ ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .

SADALTONI

الساعد الثاني

نجم هو زينا العناز .

SCHEAT

ساق ساكب الماء

نجم هو بيتا الفرس الأعظم قدره ٢,٦ وفئة طيفه م . وهو احدى زوايا مربع الفرس الأعظم .

الرابع من تشرين الأول (أكتوبر) عام
١٩٥٧ .

STRATOSPHERE

الستراتوسفير

منطقة هادئة من الغلاف الجوي العلوي للأرض تتميز بتغير طفيف في درجة الحرارة أو بعدم تغيرها مع الارتفاع . والستراتوسفير خالية من السحب وتيارات الحمل التي تحدث في التروبوسفير وهي الطبقة التي تحتها .

STATOSCOPE

الستاتوسكوب

في الفيزياء : بارومتر لاسائلي لتسجيل التغيرات الطفيفة في الضغط الجوي .

ZODIACAL CLOUD

السحابة البروجية

سحابة من أجسام نيزكية تسبب الضوء البروجي .

SEXTANS

السدس

كوكبة صغيرة مؤلفة في النصف الشمالي من الكرة السماوية واقعة بين قلب الأسد وقلب الشجاع . جميع نجومها ضعيفة .

PLANETARY NEBULAE

السديم الكوكبية

في علم الفلك : سديم تمثل مراحل متأخرة في تطوّر النجوم وقد سميت بهذا الاسم لأنها ترى في التلسكوب كأقراص صغيرة يذكر مظهرها بمظهر الكواكب البعيدة وأشهرها م ٥٧ السديم الحلقي في القيثارة الذي اكتشف عام ١٧٧٩ .

NEBULA

السديم

في علم الفلك : كتلة من الغازات أو النجوم مضطربة ومنتشرة كالغيمة حدودها غير واضحة في السماء .

SIRRAH ALPHERATZ

سرّة الفرس

نجم هو ألفا المرأة المسلسلة قدره ٢,٢ ، فئة طيفه صفراء يشكل إحدى زوايا مربع الفرس الأعظم وكان في الماضي مشتركاً بين هذه الكوكبة والمرأة المسلسلة .

CANCER

السرطان

كوكبة في فلك البروج يعدّ فيها الآن نحو ٨٣

نجماً شرقها الأسد وغربها التوأمان في وسطها نجوم عدّة مجتمعة سماًها العرب الشرة . أشهر نجومها :

ألفا السرطان : الزبان

بيتا السرطان : الطرف

دلتا السرطان : الحمار الجنوبي

غما السرطان : الحمار الشمالي

إيسيلون السرطان : الشرة ، الملعف ، الحظيرة . اللهاة .

غما ودلتا السرطان : الحماران (الحمار الشمالي والحمار الجنوبي)

ألفا ويوتا السرطان : الزبانيان أو الزبانيتان .

ايسيلون وغما ودلتا السرطان : اللهاة .

بي وكسي السرطان : الأشفار

SPEED

السرعة

مقدار شدّة الحركة وهي تقاس بالمسافة التي يقطعها جسم متحرّك في وحدة الزمن وهي تعادل نسبة المسافة التي يقطعها الجسم إلى الزمن الذي يقضيه في قطعها .

VELOCITY OF ESCAPE

سرعة الإفلات

في الفيزياء : سرعة انعتاق جسم من جاذبية الأرض أو الكوكب السّيار . هذه السرعة على الأرض تبلغ ١١,٢ كيلومتراً في الثانية .

CRITICAL VELOCITY

السرعة الحرجة

في الفيزياء : السرعة التي تنتهي عندها الحركة الانسيابية للسائل وتصبح حركة دوامية .

RADIAL VELOCITY

السرعة الشعاعية

سرعة اقتراب جسم من نقطة الملاحظة بالنسبة إلى الأرض أو ابتعاد طيف عنها ويمكن تعيينها بقياس انحراف زيمان خطوط العناصر ذاتها في طيف النجم وطيفها في مختبر على الأرض .

SPEED OF LIGHT

سرعة الضوء

في الفيزياء : المسافة التي يقطعها الضوء في وحدة زمنية وهي في الفراغ ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر تقريباً في الثانية .

ORBITAL VELOCITY

السرعة المدارية
السرعة اللازمة لابقاء جسم متحركاً في مدار
مقتل حول الشمس أو كوكب أو قمر .

TERMINAL VELOCITY

السرعة النهائية
السرعة القصوى المفترض أن يبلغها جسم على
طول مسار طيران مستقيم معين في ظروف معينة
من الوزن والدفع إذا كان عبوره خلال مسافة
غير محددة في هواء ذي كثافة نوعية واحدة .

SURVEYOR

السرفاير
برنامج هيئة ناسا الأمريكية لإنشاء مركبة ليس
فيها إنسان ومزودة بالأجهزة لتتطهر هبوطاً لينا
على سطح القمر . والكلمة معناها
« المساح » .

PHOTOSPHERE

سطح الشمس النير
طبقة نيرة من سطح الشمس تحدد الكرة الشمسية
من الخارج وتعتبر غشاء لا تخترقه الإشعاعات
الآتية من داخل الكوكب لكنها تجعل حرارته
واحدة عملياً على جميع أنحاء السطح وهذا ما
يجعل الشمس تشع في الفضاء .

AMPLITUDE

السعة
في علم الفلك : بعد جرم سماوي عن الأفق
شرقاً أو غرباً .

ALBALI

سعد بالع أو بلع
نجم هو بيتا الساقي وهو المنزل الثالث
والعشرون من منازل القمر المؤلف من إيسيلون
ومو ونو الساقي .

BIHAM

سعد البهائم
عند العرب نجمان هما ثيتا ونو الفرس
الاعظم .

ARGO

السفينة
أكبر كوكبة جنوبية أنور نجومها سهيل وهو
أسطح النجوم نوراً بعد الشعرى اليمانية
وصورها الصوفي معقوفة على ذاتها من مقدمها
ومؤخرها وفي وسطها سارية أو دقل رأسها
كالكأس ولعله مرقب للربان وهذه هي أهم

نجومها :

الجؤجؤ

السارية أو الدقل

الكوتل

الأشعة

بيتا الجؤجؤ : المياه الساكنة

غما الجؤجؤ : المركب

زيتا الجؤجؤ : سهيل حضر

إيسيلون الجؤجؤ : تدوير السفينة

يونا الجؤجؤ : الترس

لمبدا الجؤجؤ : سهيل الوزن

كبا الجؤجؤ : المركب

زيتا ، لمبدا ، وغما الجؤجؤ : المحلفان أو سهيل
الرقاص .

SPACESHIP

سفينة فضائية
سفينة تطلق في الفضاء وتحمل آلات علمية
وبشراً .

FREE FALL

السقوط الحر
في الفيزياء : حركة أي جسم يتحرك بفعل مجال
جاذبية وهو غير مدفوع بحركات .

SKYLAB

سكايلا ب
أول محطة فضائية أمريكية أطلقت إلى الفضاء
عام ١٩٧٣ .

LYRA

السلفحة
كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي هي
القيثارة . اطلبها .

CANES VENATICI

السلوقيان
كوكبة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع
جنوبي الدب الأكبر . قدر نجمها الرئيسي ألفا
٢,٩ وهو نجم مزدوج .

ألفا السلوقيين : كبد الساء

بيتا السلوقيين : السلوقي الثاني

AZIMECH

السماك الأعزل
نجم في كوكبة العذراء هو نجمها الرئيسي
ويدعى أيضاً السنبلة وساق الأسد .

منتصف قوس الدائرة ومنتصف الوتر الواصل
بين طرفيه .

SAGITTA

السهم

كوكبة صغيرة تقع على ١٠° تقريباً شمال خط
الاستواء بين الدجاجة والنسر في داخل المجرة
تُصلُّه إلى المشرق وفوقه إلى المغرب .

CANOPUS

سهيل

في علم الفلك : نجم ساطع في كوكبة برج
السفينة في السماء الجنوبية .

PLANET

السيار

في علم الفلك : جرم سماوي غير نير من ذاته
يدور حول الشمس أو حول أي نجم آخر .

OUTER PLANETS

السيارات الخارجية

في علم الفلك : السيارات الموجودة خارج مدار
الأرض حول الشمس وهي بالتالي أبعد من
الأرض عن الشمس .

INNER PLANETS

السيارات الداخلية

في علم الفلك : السيارات الموجودة بين
الشمس والأرض أي داخل مدار الأرض وهي
أقرب إلى الشمس من الأرض .

CERES

سيريس

في علم الفلك : إحدى آلاف الكويكبات
الموجودة بين المشتري والمريخ اكتشفها الفلكي
الإيطالي جيوزبّي بياتززي في أول يناير عام
١٨٠١ ، وهي أضخم السيارات الصغرى يبلغ
قطرها ١٠٠٠ - ١٢٠٠ كلم .

COELOSTAT

السيلاستات

في علم الفلك : جهاز صغير مؤلف من مرآتين
إحداهما متحركة تتبع سير الكوكب موضوع
المراقبة والثانية ثابتة . يوجه أحد محوري المرآة
المتحركة صوب القطب السماوي ويضبط الثاني
وفقاً لارتفاع الكوكب .

ARCTURUS

السماك الراح

نجم سباه العرب السماك لسموكة أي لارتفاعه
في السماء وأمامه نجم صغير يقال له راية
السماك . وهو ألفا المواء من أسطح نجوم
السماء قدره ٠,٢ وفئة طيفه ك صفر . بعده عن
الأرض ٤١ سنة ضوئية .

ZENITH

السمت وسمت الرأس

في علم الفلك : النقطة التي يلتقي فيها الخط
العمودي المطلق من مكان ما من الأرض الكرة
السماوية .

CIRROSTRATUS

السمحاق

سحاب مرتفع أشبه ما يكون بالحجاب .

SPICA

السنبلة

نجم هو ألفا العذراء قدره ١,٢ وفئة طيفه
ب ٢ .

SIDERAL YEAR

السنة النجمية

الزمن الذي يستغرقه دوران الأرض مرة واحدة
حول الشمس مقاساً بالنسبة إلى النجوم الثابتة
(٣٦٥ يوماً و ٦ ساعات و ٩ دقائق و ٩,٤٥
ثوان) .

CENTIMETER

السنتمتر

في النظام المتري : وحدة قياس طولي تساوي
جزءاً من مائة جزء من المتر .

CENTILITER

السنليلتر

في النظام المتري : جزء من مائة جزء من
الليتر .

السنكروترون

SYNCHROTRON

مسارع جسيمات في مدار دائري متزامن مع
المجال المغنطيسي .

ARROW

السهم

في الرياضيات : الخط العمودي الواصل بين



HYDRUS

الشجاع الأصغر

كوكبة جنوبية صغيرة قرب القطب الجنوبي بين الساعة والشمس .

VELA

الشرع

إحدى الكوكبات التي تشكل كوكبة السفينة في النصف الجنوبي من الكرة السماوية .

CELESTIAL POLICE

شرطة السماء

جمعية من علماء الفلك تألفت في أواخر القرن الثامن عشر بزعامة يوهان شرويتسر والبارون فون زاخ للبحث عن السيارات الصغرى بين المريخ والمشتري .

ZODIACAL BAND

الشريط البروجي

شريط من الضوء الخافت يظهر على الكرة السماوية ويربط بين الضوء البروجي والضوء المضاد .

PENUMBRA

الشعشع او شبه الظل

في علم الفلك : غبش يحيط بمنطقة الظل في حالة الخسوف .

TWILIGHT

الشفق

الفترة بعد غروب الشمس والفترة قبل شروقها عندما تكون السماء غير مظلمة . يظهر الشفق الفلكي عندما تكون الشمس على أقل من ١٨ درجة تحت الأفق .

AURORA

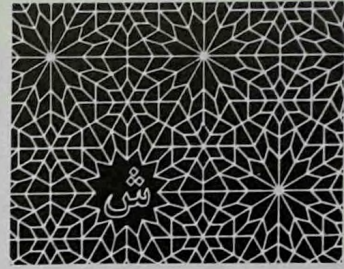
الشفق القطبي

في علم الفلك : الأشفاق وتُعرف عادة بأضواء السماء هي توهج الطبقات العليا من الجو الذي ينجم عن جسيمات قادمة من الشمس وبروتونات في الغالب تتحرك في المجال المغنطيسي للأرض كجسيمات مشحونة وتتفاعل مع الغلاف الجوي . في نصف الكرة الشمالي تدعى الأشفاق الشمالية وفي نصف الكرة الجنوبي الأشفاق الجنوبية .

AURORA POLARIS

الشفق القطبي

في علم الفلك : ضياء يظهر في الأفق قبل طلوع الشمس . والإضاءة التي يحدثها الشفق



شجاع

SPAN

الشبر الانجليزي

وحدة طول انجليزية تساوي تسعة انشات .

RETICULUM

الشبكة

كوكبة صغيرة مولدة تقع على بعد ٤٠° تقريباً من القطب الجنوبي .

RETICLE

الشبيكية

شبكة خطوط أو نقاط في عينية الآلة البصرية كالتلسكوب ونحوه .

PENUMBRA

شبه الظل

في الفيزياء : حالة سطح غير مضاء بشكل كامل من قبل جسم مضيء يحجب جسم غير شفاف اشغته جزئياً .

HYDRA

الشجاع

كوكبة في نصف الكرة السماوية الجنوبي إلى جنوب السرطان والسنبلة وهي من صور النجوم البابلية القديمة . نجمها الرئيسي ألفا الشجاع أو الفرد قدره ٢,٢ .

ألفا الشجاع : الفرد ويسمى أيضاً قلب الشجاع وعنق الشجاع وسهيل الفرد وسهيل الشام وفقر الشجاع .
سيفها الشجاع : منخار الشجاع

القطبي (الشمالي أو الجنوبي) قلماً تتعدى ضوء القمر في ريعه الأول . عندما يكون الشفق ملوناً يكون الأحمر في قسمه الأسفل والأخضر في قسمه الأعلى ويفصل بينهما لون أصفر . الشفق ظاهرة إشعاع ضوئي تحدث في أعلى الجو حيث الضغط منخفض والغازات مؤينة وسببها وصول جسيمات مكهربة آتية من الشمس . يحول مسار هذه الجسيمات نحو القطبين تحت تأثير المجال المغنطيسي الأرضي . وفي الوقت ذاته يتعدل هذا المجال المغنطيسي فترتلك حركة الإبر المغنطيسية . يكثر حصول هذه الظاهرة في فترات النشاط الشمسي القوي .

الشفق القطبي الجنوبي AURORA AUSTRALIS
أنظر الشفق القطبي .
الشفق القطبي الشمالي AURORA BOREALIS
أنظر الشفق القطبي .

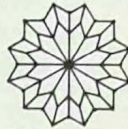
الشمس SUN
الكوكب النهاري المضيء بذاته . والشمس كوكب غازي يتكوّن من أكثر من ۹۸٪ من الهيدروجين والهيليوم وتنفق كتلته ۳۳۳۰۰۰ مرة كتلة الأرض لكن كثافتها دون كثافة الأرض . تدور الشمس على محورها دورة واحدة كلّ ۲۵ يوماً و ۹ ساعات و ۳۵ دقيقة

عند خط الاستواء وكلّ ۳۵ يوماً عند الدرجة ۸۰ من خطوط العرض . تبلغ حرارة سطحها المضيء ۵۶۰۰۰° ستيفراد ومن هذا السطح تستمدّ الأرض النور والحرارة ويصلنا نور الشمس في مدة ۸ دقائق و ۱۸ ثانية أما قطرها فيبلغ ۱۰۹ أضعاف قطر الأرض وتبلغ المسافة بينها وبين الأرض ۱۴۹,۹ مليون كيلومتر .

شمس منتصف الليل MIDNIGHT SUN
الشمس المنظورة عند نصف الليل في منتصف الصيف بمناطق القطبين الشمالي والجنوبي .
شمسي المركز HELIOCENTRIC
مقيس من مركز الشمس أو بام وكأنه منظور من هذا المركز .

الشهر النجمي SIDEREAL MONTH
شهر فلكي يبلغ ۲۷ يوماً و ۷ ساعات و ۴۳ دقيقة و ۱۱,۵ ثانية .

الشواظ PROMINENCE
كتلة من غاز تشبه السحابة تنبعث من جوّ الشمس الغازي . وهناك نوعان من الشواظات : الشواظات الساكنة وهي التي بعد أن ترتفع من الكروموسفير تبقى طافية فوقه . والشواظات الشورائية وهي عابرة وقد يبلغ ارتفاعها مئات آلاف الكيلومترات .



الصاروخ القيادي

صاروخ يُستعمل في توجيه قذيفة باليستكية أو مركبة فضائية أو إسرائعها أو إبطانها .

SADR صدر الدجاجة

نجم هو غمًا الدجاجة وهو أحد الفوارس .

SDXHDIR صدر ذات الكرسي

نجم هو الفا ذات الكرسي وهو نجم متغير يتأرجح قدره بين ٢,١ و ٢,٦ . فئة طيفه ك صفر .

CRUX الصليب الجنوبي

في علم الفلك : ويسمى أيضاً نعيم ، كوكبة تعتبر أشهر الكوكبات الجنوبية وأصغرها . لا يرى من نصف الكرة الأرضية الشمالي لذلك لا نجد اسمه بين الكوكبات القديمة قبل القرن السابع عشر .

BOOTES الصنّاج

أنظر العواء .

MAGMA الصهارة

في الجيولوجيا : مادة صخرية مذابة في باطن الأرض ينشأ عنها الصخر البركاني حين تبرد .

SOUND الصوت

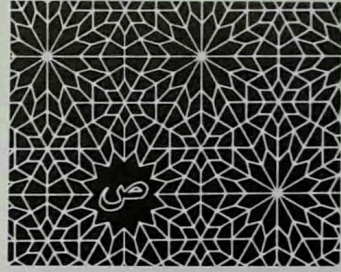
في الفيزياء : أثر تحدثه ذبذبات سريعة للأجسام تنتشر في البيئات المادية وتثير حاسة السمع .

BOOTES الصيّاخ

هو العواء انظره .

FACULAE صياخذ الشمس

في علم الفلك : بقع لامعة ترى في قرص الشمس وهي ترافق عادة مجموعات الكلف الشمسية الكبرى .



ص

ROCKET الصاروخ

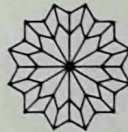
مركبة تحتوي على جهاز يولد دفعاً وتتحرك بواسطة طرد تيار من غاز ساخن من مؤخرتها . مصدر القوة فيها وقود سائل أو جاف يشتمل على المؤكسد بحيث لا يعتمد على الجو وبإستطاعة المركبة أن تعمل خارج الغلاف الجوي .

RETROROCKET الصاروخ الارتكاسي

في الملاحة الجوية : صاروخ كابح يستخدم لتخفيف سرعة العربة العائدة إلى جو الأرض أو المابطة على سطح سيار فيه جو .

PHOTONROCKET الصاروخ الفوتوني

في الفيزياء : صاروخ تحمل فيه محلّ الغازات المنبثقة من أنبوب الانفلات حزمة من الفوتونات أي من الضوء .



الأسد ويُسمى أيضاً الهلبة أي الشعر كله وما غلظ منه .

COMA BERENICES

ضفيرة الأسد

كوكبة شامية هي النوبة . اطلبها .

الضوء

LIGHT

في الفيزياء : كل ما ينير الأشياء ويمكن من رؤيتها . والضوء يتكوّن من موجات كهربية تبلغ سرعة انتشارها في الفراغ ٣٠٠٠٠٠ كلم في الثانية .

الضوء الأبيض

WHITE LIGHT

ضوء يمكن تحليله إلى طيف مستمر من أطوال الموجات فيعطي الألوان الأصلية التي يتألف منها وهي ألوان قوس قزح .

الضوء البروجي

ZODIACAL LIGHT

شريط من الضوء الخافت يمتد على طول فلك البروج أكثر أجزائه لمعاناً أقربها إلى الشمس وهناك جزء آخر يزيد لمعانه عن غيره ولكنه أضعف من الأول وهو المقابل للشمس أي الوهج المضاد .

ضوء الشمس

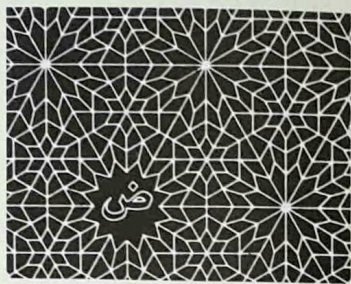
SOLAR NOISE

إشعاع كهربي ينبعث من جو الشمس ذبذباته تشبه ذبذبات موجات الراديو .

الضياء أو الجلاء

LUMINOSITY

في علم الفلك : المقدار النسبي لضائية النجم دون اخذ بعده بعين الاعتبار .



ضئ

PRESSURE

الضغط

في الفيزياء : حاصل قسمة القوة التي يمارسها سائل أو غاز على سطح على قيمة هذا السطح .

الضغط الجوي

ATMOSPHERIC PRESSURE

الضغط الذي يحدّثه الهواء على سطح الأرض والذي يقاس بالمليمترات من الزئبق بواسطة البارومتر أي مقياس الضغط .

الضغط الحرج

CRITICAL PRESSURE

في الفيزياء : ضغط بخار المادة المشع عند درجة الحرارة الحرجة .

الضفيرة

ADHAFERA

نجم هوزيتا الأسد واسمه الكامل ضفيرة



نواة القمر المنصهرة والغلاف الموجود تحت القشرة .

OZONOSPHERE

الطبقة الأوزونية

طبقة من طبقات الجو يتراوح ارتفاعها بين ٢٠ و ٣٠ ميلا وتشتمل على نسبة مرتفعة من الأوزون .

HEAVYSIDE LAYER

الطبقة الثقيلة

منطقة من جو الأرض المتأين تعكس الموجات الاشعاعية وتعيدها الى الأرض .

LITHOSPHERE

الطبقة الحجرية

في علم طبقات الارض : مجموع الصخور والمواد اليابسة التي تشكل القشرة الارضية .

CIRRUS

الطخور

سحاب رقيق شبيه بالصوف يكون على ارتفاع عالٍ جداً .

ALTERF

الطرف

نجم حولها الأسد . والطرفان عند العرب كوكبان يتقدمان الجبهة سميًا بذلك لأنهما عينا الأسد ينزلها القمر .

CORONA

الطاووس

في علم الفلك : دائرة مضيئة تحيط أحياناً بالشمس وبالقمر سببها وجود غيوم جليدية في الجو .

ATMOSPHERICS

الظواهر الجوية

مختلف ضروب التشويش الناشئة عن الظواهر الجوية الكهربائية .

LIMB

الطنف

حافة قرص القمر أو الشمس أو أي جرم سماوي آخر .

TUCANA

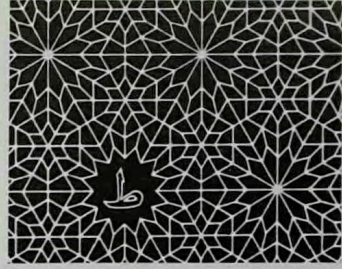
الطوقان

كوكبة صغيرة مولدة في الجنوب الغربي من نصف الكرة السماوية الجنوبي يقع فيها سديم غيمة ماجلان الصغرى .

SPECTRUM

الطيف

في الفيزياء : مجموعة الأشعة الملونة الناجمة عن



ط

BOOTES

طارد الدب والغول

أنظر العواء .

KINETIC ENERGY

الطاقة الحركية

في الفيزياء : الطاقة التي يتمتع بها الجسم بسبب حركته .

POTENTIAL ENERGY

الطاقة الكامنة

في الفيزياء : الطاقة التي يتمتع بها الجسم بسبب وضعه الساكن .

RADIANT ENERGY

الطاقة المشعة

في الفيزياء : طاقة تنتقل على شكل موجات الراديو والأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي وغيرها .

PAVO

الطاووس

كوكبة مولدة قريبة من القطب الجنوبي الساوي .

APUS

طائر الفردوس

كوكبة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي بين الثلث الجنوبي والقطب الجنوبي تقع على مسافة ٢٠° من القطب الجنوبي .

ASTHENOSPHERE

الطبقة الواهنة

في علم الفلك : منطقة منصهرة جزئياً تقع بين

X-RAY SPECTRUM

طيف الأشعة السينية

في الفيزياء : عندما يُغذف أي عنصر بأشعة مهبطية يشع أشعة سينية ذات تردد مميز يعتمد على العدد الذري للعنصر . ويمكن الحصول على صورة الطيف للخطوط المناظرة لعناصر مختلفة من الأشعة السينية هذه .

SOLAR SPECTRUM

الطيف الشمسي

في الفيزياء : الطيف الناجم عن تفكك ضوء الشمس وتبدو فيه ألوان قوس قزح .

FLASH SPECTRUM

الطيف الومضي

في علم الفلك : طيف الحلقة الماسية التي تظهر على قرص الشمس قبيل كسوف كامل أو بعده مباشرة وتظهر فيه خطوط بث مضيئة . سمي ومضياً لأنه لا يدوم سوى ثوانٍ معدودة .

تفكيك الضوء المركب وينتج عن تفكيك ضوء الشمس طيف يسمى الطيف الشمسي الذي تبدو فيه ألوان قوس قزح . والأطياف نوعان : « أطياف البث » الصادرة عن مصادر الضوء ، و « أطياف الامتصاص » التي يمكن الحصول عليها عن طريق حزم تخترق أجساماً قليلة الشفافية فتكون أطياف الأجسام الصلبة والسوائل متصلة . أما أطياف البث والامتصاص الناجمة عن العناصر الغازية فتختلف باختلاف الغاز وهذه الخاصية هي أساس التحليل الطيفي .

EMISSION SPECTRUM

طيف الإبتعاث

في الفيزياء : طيف يتألف من خطوط ساطعة منعزلة يتصف بها الجسم الكيميائي .



كوكبة جنوبية بين خط الاستواء والقطب غنية بالنجوم الساطعة ومنها ألفا أي رجل قنطورس نجم مزدوج يتم دورته المدارية في ٩٩ سنة وهو ثالث النجوم الأكثر ضياء في السماء بتأرجح قدره بين ٣,٠ و ٧,١ ويقدر بعده عن الأرض بـ ٤,٣ سنوات ضوئية فيكون أقرب النجوم إلينا . أما النجم بيتا قنطورس فقدره ٩,٠ ويبعد عن الأرض مسافة ١٩٠ سنة ضوئية . وقنطورس هو الاسم الآخر للظلمان .

ألفا الظلمان : حضار ورجل قنطورس

بيتا الظلمان : الوزن

زيتا الظلمان : البطن

ألفا وبيتا الظلمان : المحلقان ، المحشنان ،

حضار والوزن

ألفا وبيتا وبي و ث الظلمان : خضيب

الكرم ، الشمايخ

ACHERNAR

الظليم

ثيتا النهر كان قديماً من القدر الأول ويظن أن الفلكي العربي الصوفي رصده وسماه آخر النهر . قدره الآن ٦,٠ وفتة طيفه ب ٥ .

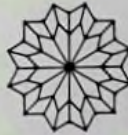


ظ

UMBRA

الظل

عندما يلقي مصدر للضوء ظلاً على جسم يتكون هذا الظل عادة من جزئين : الجزء الداخلي وهو الظل القاتم الذي لا يصل إليه أي ضوء من المصدر والجزء الخارجي وهو نصف الظل أو شبه الظل الذي يصل إليه الضوء من جزء من المصدر .





ع

العذراء وتمثل دوراً مهماً في معرفة الكون بأسره ، والعذراء هي البرج السادس في منطقة البروج صورها اليونان بصورة عذراء رأسها على جنوب الصرصة أي نَرْدَب الأسد ورجلها قدام الزبائيتين اللتين على كتفي الميزان .
ألفا العذراء : السك الأعزل وقصد سماء البيروني الهلبة .

ألفا العذراء : السك

ألفا وبيتا العذراء : الأثران

ألفا العذراء وألفا العذراء: السك أي السك

الأعزل والسك الرامح

بيتا العذراء : الزاوية أو ورك الأسد

غما العذراء : زاوية العذراء

دلتا العذراء: ثاني العذراء

إسيليون العذراء: المقدم للقطاف

إيتا العذراء : الزاوية

يوتا العذراء : الغفر

مو العذراء : رجل العذراء

بيتا وإيتا وغما ودلتا وإسيليون العذراء : حشوة

البطن

ALUDRA

العذرة

نجم هو إيتا الكلب الأكبر . والعذرة والعذاري

واحد عند العرب .

ARABIA

عرايبا

في علم الفلك : منطقة جرداء في المريخ لونها

يميل إلى الصفرة .

عربة قمرية

LUNAR MODULE

في الملاحة الجوية : كبسولة هبوط على سطح

القمر .

CRUX

عرش قيصر

كوكبة جنوبيّة هي نعيم . اطلبه .

DIGIT

عرض الإصبع

مقياس إنجليزي للطول يساوي ثلاثة أرباع

الإنش او عرض الاصبع تقريباً .

MAGNETIC STORM العاصفة المغنطيسية

اضطراب مؤقت في مجال الأرض المغنطيسي

يعزى إلى الكلف الشمسية .

GOLDEN NUMBER

العدد الذهبي

في علم الفلك : دور مدته ١٩ سنة يرجع فيه

القمر إلى ما كان عليه .

LENS

العدسة

قطعة من مادة شفافة كالزجاج تدخل في آلات

التصوير والآلات البصرية المختلفة . وهي على

أنواع .

ADHARA

العذارى

نجوم في كوكبة الكلب الأكبر وهي كوكبة

جنوبية . وتشمل العذاري دلتا وإسيليون وإيتا

الكلب الأصغر .

VIRGO

العذراء

كوكبة في فلك البروج تقع على خط الاستواء

وتتخذ قليلاً إلى الجنوب . راقب هيارخوس

السنبلة وهي نجمها الرئيسي وراقب قلب الأسد

في كوكبة الأسد فاكشف تقدم الاعتدالين

والطول الحقيقي للسنة . وتحتوي هذه الكوكبة

على مجموعة رائعة من المجرات تدعى عناقيد

NODE

العقدة

في علم الفلك : النقطة التي يقطع فيها السَّيَّار فلك البروج . فإذا كان متقدماً من الجنوب نحو الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عقدة الصاعدة أو العقدة الشمالية . وإذا كان متقدماً من الشمال نحو الجنوب فنقطة تقاطعه هي العقدة النازلة أو العقدة الجنوبية أو عقدة الذنب .

العقدة النازلة

DESCENDING NODE

يقطع فلك السَّيَّار فلك البروج في نقطتين يقال لإحداهما عقدة صاعدة والأخرى عقدة نازلة فإذا كان السَّيَّار في العقدة النازلة قيل إنَّه غاب .

SCORPIO

العقرب

كوكبة في فلك البروج تقع بين الميزان والرامي قرية جداً من هشة العقرب وتشكلها نجوم عديدة ساطعة وتحتوي الكوكبة على عقنودين متفتحين هما م ٦ وم ٧ يريان بالعين المجردة . والعقرب هو البرج الثامن من منطقة البروج .

ألفا العقرب : قلب العقرب

بيتا العقرب : الإكليل

غما العقرب : زباني العقرب واللسعة

دلتا العقرب : الجبهة

لمدا العقرب : الشولة

نو العقرب : جبهة

سيفها العقرب : النياط

علم الأحياء الإشعاعي

RADIOBIOLOGY

فرع من علم الأحياء يبحث في التفاعل بين الأجهزة البيولوجية والطاقة الإشعاعية أو المواد ذات النشاط الإشعاعي .

ATOMICS

علم الذرات

فرع من الفيزياء النووية يبحث في الطاقة الذرية والانشطار النووي .

URKAB

عرقوب الرامي

نجم هو بيتا الرامي .

ALIDADE

المضادة

في المساحة : ذراع متحركة في أداة المسح أو الرصد .

MERCURY

عطارد

أقرب سيارت النظام الشمسي إلى الشمس وبعد من السيارت الداخلية . لا يرى إلا على ارتفاع منخفض فوق الأفق يتقدم شروق الشمس ويتأخر عن غروبها مدة لا تزيد عن ساعتين و ١٥ دقيقة . ليس على سطحه جو غازي .

LACERTA

العظاية

كوكبة صغيرة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع بين يد المرأة المسلسلة شرقاً وذنub الدجاجة غرباً وبين يدي القوس جنوباً ووراء قيفاوس شمالاً . أكثر نجومها سطوعاً لا تتعدى القدر الرابع .

العقاب

AQUILA

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي على تخوم درب التبانة تبدو في هذه المنطقة مقسومة إلى ذراعين يفصل بينهما شريط مظلم . هذه الكوكبة شكل عقاب منتشر الجناحين تشكل رأسه النجوم الرئيسية الثلاثة ألفا وبيتا وغما ، وأكثر نجومها سطوعاً هو النسر الطائر .

ألفا العقاب : النسر الطائر

بيتا العقاب : الشاهين أو عنق الغراب

غما العقاب : الشاهين الخاطف

دلتا غما وثيتا العقاب : ثلاثة نجوم تشكل الميزان عند العامة

لمدا وإسبلون العقاب : الظليان

ALCYONE

عقد الثريا

نجم هو إيتا الثور قدره ٣,٠٠ وفترة طيفه ٥ . هو أكثر نجوم الثريا ضياءً .

METEOROLOGY

علم الرصد الجوي

علم يبحث في الجو وظواهره وبخاصة في الأحوال الجوية والتكهن بها .

ASTRONOMY

علم الفلك

علم يبحث في مواقع الأجرام السماوية وتركيبها وحركاتها .

RADIOASTRONOMY

علم الفلك الاشعاعي

فرع من علم الفلك يستخدم الموجات الاشعاعية المنبعثة من اجرام سماوية معينة كوسيلة للحصول على معطيات عن هذه الاجرام .

علم القذائف او القذافية او البليستيكا

BALLISTICS

في الميكانيكا : علم حركة القذائف وهو قسبان : البليستيكا الداخلية التي تدرس حركة القذائف ضمن ماسورة المدفع ، والبليستيكا الخارجية التي تدرسها بعد انطلاق القذيفة .

COSMOLOGY

علم الكونيات

علم يبحث في القوانين العامة التي تسير الكون كما يبحث في تكوين الاجرام السماوية من سيارات وكواكب ونظم .

HYDROLOGY

علم المائيات

علم يبحث في خصائص المياه وظواهرها وتوزعها فوق سطح الأرض وفي التربة وتحت الصخور وفي الجو .

GEODESY

علم مساحة الأرض

علم يبحث في شكل الأرض وقياس أبعادها .

CLIMATOLOGY

علم المناخ

علم يبحث في المناخات وظواهراتها .

NATURAL SCIENCES

العلوم الطبيعية

فرع المعرفة المعني بالاشياء الطبيعية ويشمل علوم الاحياء والجيولوجيا والمعادن والفيزياء والكيمياء والفلك .

AURIGA

العناز

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي أكثر

نجومها ضياء العتيق . وهي تحتوي على ثلاثة عناقيد نجمية جميلة : ٣٦ م و ٣٧ م و ٣٨ م . نجمها إيتا عملاق أعظم يبلغ قطره ٢٠٠٠ مرة قطر الشمس .

ALMACH, ALMAK

العناق

نجم هو غما المرأة المسلسلة قدره ٢,٣ وفئة طيفه ك صفر .

ELEMENT

العنصر

في الكيمياء : المادة البسيطة التي تدخل في تركيب جسم ما كالألبيجين والهيدروجين في تكوين الماء .

عُق الحية

UNUKALHAI

نجم هو ألفا الحية وهو أحد نجوم النسق البالي .

PHOENIX

العنقاء

كوكبة جنوبية مولدة إلى الجنوب الشرقي من فم الحوت الجنوبي وإلى الجنوب من ذنب قيطس .

BOOTES

العواء

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي تقع في امتداد الدب الأكبر . نجمها الرئيسي الساك الرامح . يقول عنها منصور جرداق في قاموسه الفلكي : « صورة شالية جميلة المنظر لكثرة نجومها تمثل صياداً بيده اليسرى دبوس وبيده اليمنى ممسكاً ريطه كلبه استيريون وخاراً أي السلقوين يطارد بها الدب الأكبر حول القطب ، وجعل العرب للأسد صورة عظيمة جداً حتى جعلوا الساكنين ساقي الأسد . والساك ما رُفِع به الشيء وهو الزور وما يلي الترقوة . وقال الصوفي إن العرب سمته سكاكاً لسموكة أي ارتفاعه في السماء . والساك الرامح لا يرى أبداً في السماء فلا يرى طالعا أو غاربا متى كان طلوعه مع الشمس أو قبلها بمدة . من أسائه : الصياح والبقار وراعي الشاه وحارس السماء وطارد الدب والعول

ALDEBARAN

عين الثور

أحد أسماء الدبران وهو ألفا الثور من القدر
١,١ وفئة طيفه ٥ .

العينية

EYEPIECE

في علم البصريات : عدسة في منظار أو في مجهر
موضوعة من جهة عين المراقب تمكن من دراسة
الصورة التي تعطيها الشيئية .

CAPELLA

العيوق

نجم هو ألفا العنّاز قدره ٢,٠ وفئة طيفه ج
صفر . من أسمائه رقيب الثريا والحادي
والخاذي . ورد في القاموس المحيط أنّ العيوق
نجم أحمر مضيء في طرف المجرة الأيمن يتلو
الثريا لا يتقدمها .

وحارس الشمال والصنّاج وحارس السهاك
الرامح .

ألفا العوّاء : السهاك الرامح

بيتا العوّاء : البقار

غما العوّاء : ثاني الضباع

إسيلون العوّاء : الإزار

إيتا العوّاء : المفرد ، الرمح

مو العوّاء : القطربوس

تاو وأوبسيلون العوّاء : السلاح

بيتا ، غما ، دلتا ، ومو العوّاء : الضباع

ثيتا ، يوتس ، كبا ، لمبدا العوّاء : أولاد

الضباع .

إسيلون ، سيفغا ، رو ، زيتا ، إيتا العوّاء :

الرمح



غَمَّا الغراب : جناح الغراب الأيمن أي الغربي
دلتا الغراب : جناح الغراب الشرقي

بيتا ، غَمَّا ، دلتا ، إيتا الغراب : عجز الأسد .

FIRING CHAMBER

غرفة الاشتعال

غرفة في محرِّك صاروخي يُشعل فيها الوقود مع
المؤكسد لإحداث ضغط غازي يعطي مقداراً من
السرعة كافياً للدفع .

GHAFAR

الغفر

نجوم في العذراء سمّيت بهذا الاسم لنقصان
ضوء كواكبها كأنه قد سترها أو غطّاها جرم
آخر .

GAMMA

غَمَّا

الحرف الثالث من الأبجدية اليونانية وفي علم
الفلك يشير عادة إلى النجم الثالث في كوكبة من
حيث تألقه .

GAMMA URSIS MAJORIS

غَمَّا الدب الأكبر

نجم هو الفخذ أو فخذ الدب الأكبر

GAMMA SCORPII

غَمَّا العقرب

نجم هو تالي الشولة ومن أسمائه اللسعة وزباني
العقرب .

GAMMA ANDROMEDAE

غَمَّا المرأة المسلسلة

نجم هو العناق أو عناق الأرض ويقال له الماق
والموق ورجل المسلسلة .

GAMMA CRUCIS

غَمَّا نعيم

في علم الفلك : نجم في كوكبة الصليب
الجنوبي أو نعيم قدره ١,٦ وهو عملاق أحمر .

PROCYON

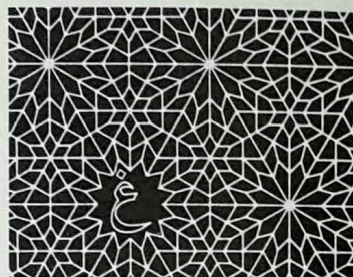
الغميصاء

نجم مزدوج هو ألفا الكلب الأصغر ويعدّ
التاسع بين النجوم الأكثر ضياءً في السماء .
قدره ٠,٥ وفترة طيفه ٥ هـ أما بعده عن الأرض
فيفصل مسافة ١١ سنة ضوئية .

ALGOL

الغول

نجم هو بيتا فرساوس وهو نجم متغيّر يتألّف
من كوكبين أحدهما ساطع والثاني مظلم
يدوران حول مركز ثقل مشترك في مدة يومين



غ

RARE GASES

الغازات النادرة

في الكيمياء : غازات موجودة في الهواء بكميات
ضئيلة . وهذه الغازات هي : الهيليوم والنيون
والأرغون والكريبتون والكريبتون .

GANYMEDE

غانيميد

أحد توابع المشتري الساطعة وأكبرها وأكثرها
لمعاناً اكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس معاً عام
١٦٠٩ . يبلغ قطره ٥٠٠٠ كيلومتر تقريباً
حسب القياسات الحديثة فيكون أكبر حجماً من
السّيار عطارد .

COSMIC DUST

الغبار الكوني

في علم الفلك : جسيمات مادية صغيرة يحتمل
أن يتراوح حجمها بين جزء من مائة وجزء من
عشرة آلاف جزء من المليمتر تنتشر خلال
الفضاء .

CORVUS

الغراب

كوكبة جنوبيّة صغيرة فيها عشرة نجوم خلف
الباطية على جنوب السماك الأعزل . من
أسمائها الخباء والخباء الياباني ومن نجومها :
ألفا الغراب : الخباء ومنقار الغراب
بيتا الغراب : رجل الغراب

MAGELLANIC CLOUDS

غيمتا ماجلان

اسم يطلق على مجرتين صغيرتين تقعان على بعد ١٥٠ ٠٠٠ سنة ضوئية عن الأرض وهما غيمة ماجلان الصغرى وغيمة ماجلان الكبرى القريبتان من القطب السماوي الجنوبي وتعتبران تابعتين لمجرتنا .

و ١٢ ساعة . فئة طيفه ب ٨ . ويسمى أيضا

رأس الغول .

CLOUD

الغيمة

مجموعة من الجسيمات الدقيقة السائلة أو الجامدة التي تظل معلقة في الجو تحت تأثير حركات الهواء العمودية .



غاز آخر أو جسبات تحت ضغط منخفض جداً

CIRCINUS

الفرجار

كوكبة جنوبية مولدة لا بتعدى قدر أسطع نجومها ٤, ٣ .

ALPHARD

الفرد

نجم هو ألفا الشجاع ومن أسائه قلب الشجاع وعنق الشجاع وسهيل الفرد . سمي النجم بالفرد لانفراده عن أشباهه وتنحيه إلى ناحية الجنوب .

ALPHERATZ

الفرس

نجم هو ألفا المرأة المسلسلة . يقال لهذا النجم مع جناح الفرس الفرغ المؤخر أو الفرغ الثاني .

EQUULEUS

الفرس الأصغر

كوكبة شمالية هي قطعة الفرس . أنظرها .

PEGASUS

الفرس الأعظم

كوكبة شمالية قريبة من المرأة المسلسلة وإلى شرقها يقع العقنود الكروي م ١٥ . تعرف هذه الكوكبة بسهولة من اربعة نجوم كبيرة فيها تؤلف مربعاً وهي المركب والساق والجنب والسرّة

ألفا الفرس الأعظم : المركب

بيتا الفرس الأعظم : منكب الفرس أو الساق

غما الفرس الأعظم : الجنب

إيسيلون الفرس الأعظم : الأنف

دلتا الفرس الأعظم : السرّة

زيتا الفرس الأعظم : سعد النعامة

إيتا الفرس الأعظم : سعد المطر

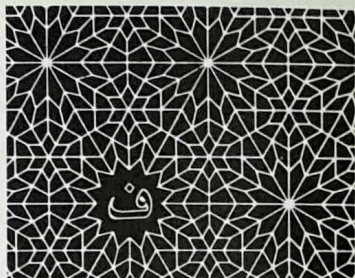
ثيتا الفرس الأعظم : سعد البهام

مو الفرس الأعظم : سعد البارع

تاو الفرس الأعظم : سعد النعائم أو المركب أو السلم

ألفا وبيتا الفرس الأعظم : الفرغ المقدم وهو

المنزل السادس والعشرون من منازل القمر



ف

V-2

ف - ٢

قذيفة باليستكيّة استعملها الألمان في المراحل الأخيرة للحرب العالمية الثانية وقد اشتق منها الصاروخ الأمريكي فايكنغ . وقودها كان كحولاً إيثيلياً والمؤكسد أكسجيناً سائلاً وقد بلغت أقصى سرعة لها عند انقطاع الدفع حوالى ٥٠٠٠ كلم في الساعة .

VANGUARD

فانغارد

قمر اصطناعي تجريبي قام بتطويره معمل البحرية الأمريكية للبحوث ثم تولته بعد ذلك هيئة ناسا . أطلق أول قمر من هذا النوع في السابع عشر من شهر مارس عام ١٩٥٨ ويتوقع بقاءه في مداره أكثر من مائتي عام .

PHECDA

الفخذ

نجم هو غما الدب الأكبر واسمه الكامل فخذ الدب الأكبر . قدره ٢,٥ وفئة طيفه صفراء .

VACUUM

الفراغ

فضاء لا توجد فيه جزيئات ولا ذرات . والفراغ الكامل لا يمكن الحصول عليه طالما أن لكل مادة تحيط بفضاء ضغط بخار محدد . فاللفظة تستعمل عادة لتعني فضاء يحتوي على هواء أو

سنة ضوئية باعتبار السنة الضوئية المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة وهو يسير بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية .

NEBULAR HYPOTHESIS **الفرضية السديمية**

في علم الفلك : فرضية تقول بأن النظام الشمسي نشأ عن سديم غازي .

الفرضية الكويكبية

PLANETESIMAL HYPOTHESIS

في علم الفلك : فرضية تقول بأن الكواكب تنشأ نتيجة لاتحاد الكويكبات .

PERKAD **الفرقد**

نجم هو غمّا الدب الأصغر ويسمى أيضاً أخفى الفرقدين .

SOLAR FURNACE **الفرن الشمسي**

في الفيزياء : جهاز تستعمل فيه الحرارة التي تشعها الشمس للحصول على درجات حرارة مرتفعة .

FURUD **الفروود**

نجوم أربعة في خط مستقيم يسمى النسق .

VESTA **فستا**

أحد الكويكبات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري اكتشفته مجموعة من علماء الفلك الألمان بزعمارة يوهان شروتر والبارون فون زاخ .

OUTER SPACE **الفضاء الخارجي**

الفضاء الواقع خارج جو الأرض مباشرة .

ALPHECCA **الفكة**

نجم هو ألفا الإكليل الجنوبي .

ECLIPTIC **فلك البروج**

دائرة كبيرة في الكرة الساوية ترسمها الشمس في حركتها الخاصة الظاهرة في مدة سنة أو ترسمها الأرض في حركتها الحقيقية حول الشمس .

EPICYCLE **فلك التدوير**

في علم الفلك : دائرة صغيرة مركزها في محيط

غمّا ودلتا القوس الأعظم : الفراغ المؤخر وهو

المنزل السابع والعشرون من منازل القمر

بيتا القوس الأعظم وألفا المرأة المسلسلة : ضلع

المربع الشمالي

ألفا وغمّا القوس الأعظم : ضلع المربع الجنوبي

ألفا وبيتا وغمّا القوس الأعظم وألفا المرأة

المسلسلة

ثيتا وأوبسيلون القوس الأعظم : سعد البهام

تاو وأوبسيلون القوس الأعظم : البدن

زيتا وكسي القوس الأعظم : سعد الهمام

نو القوس الأعظم : قم القوس

لمبدا ومو القوس الأعظم : سعد بارع

إيتا وأوميكرون القوس الأعظم : سعد مطر

ثيتا ومو القوس الأعظم : سعد النهر

PERSEUS **فرساوس**

كوكبة شالية تقع في الشرق من ذات الكرسي

على طريق المجرة فيها الغول النجم المتغير

والمرق النجم المزدوج الذي يرى بالعين المجردة

والعنقود الكروي م ٣٤ . والكوكبة تمثل رجلاً

لابساً خوذة تجتخ الرجلين في يده اليمنى سيف

وفي اليسرى رأس غول موقعه إلى الشرق من

ذات الكرسي .

ألفا فرساوس : المرق

بيتا فرساوس : الغول

أوميغا فرساوس : عاتق الثريا

كسي فرساوس : منكب الثريا

كبا فرساوس : معصم الثريا

إيتا وغمّا فرساوس : الساعد

بسي فرساوس : إبرة المرق

سيغا فرساوس : المأبض

دلتا ونو وإيسيلون فرساوس : العضد

أوميكرون وزيتا فرساوس : العاتق

PARSEC **الفرسخ النجمي**

في علم الفلك : المسافة التي تعطي اختلافاً في

المنظر مقداره ثانية من القوس ويساوي ٣.٢٦

دائرة كبيرة .

فم الحوت

FAMALHUT

نجم هو ألفا الحوت الجنوبيّ ويسمى أيضاً الضفدع الأول .

فنيرا

VENERA

مباران سوفيتيان فنيرا ٩ وفنيرا ١٠ اطلقا إلى الزهرة فحطاً على سطحها عام ١٩٧٥ وأرسلا عنها إلى الأرض صوراً فوتوغرافية .

فوبه

PHOEBE

أحد توابيع زحل الصغرى وهو أبعداها يقع على مسافة ١٣ مليون كيلومتر من السيار حركته تراجعية وقد يكون كوكباً وقع في أسر السيار .

فوبوس

PHOBOS

أحد تابعي المريخ يشرق من غربي السيار ويغيب في شرقيه . مدة دورانه ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة . ولا يتعدى قطره الظاهر ١٢ درجة أي أقل من نصف قطر القمر كما يرى من الأرض .

فوتومتر طيفي

SPECTRO PHOTOMETER

في الفيزياء : مقياس الشدة النسبية لأجزاء الطيف .

الفوتون

PHOTON

في الفيزياء : جسيم من الطاقة الضوئية في النظرية الكمية .

فوستوك

VOSTOK

أول قمر اصطناعي مأهول أطلقه الروس في الثاني عشر من نيسان (ابريل) ١٩٦١ وفيه يوري غاغارين الذي أتم دورة كاملة حول الأرض في مدة ١٠٨ دقائق .

فوستوك ٢ و ١

VOSTOK I AND II

مركبتا الفضاء السوفيتيتان اللتان دار كل من غاغارين وتيتوف فيها حول الأرض .

الفوهة

CRATER

انخفاض يكون عادة في القسم الأعلى من بركان لكنه قد يكون على جنب المخروط أو في أسفله ومنه تخرج الحمم .

الفيزياء الفلكية

ASTROPHYSICS

فرع من علم الفلك يدرس الخصائص والظواهر الفيزيائية للأجرام السماوية وهو يعتمد في الدرجة الأولى على المطياف الذي يحلل ضوء النجوم فيبين المواد التي تتألف منها والظروف الفيزيائية السائدة على سطحها وفي جوها .

فيكنغ

VIKING

مباران امريكيان هما فيكنغ ١ وفيكنغ ٢ هبطا على سطح المريخ في شهر آذار عام ١٩٧٦ .



القارة

CONTINENT

مساحة واسعة من الأرض اليابسة تحيط بها البحار . والقارات هي : أوروبا وآسيا وإفريقيا وأمريكا وأوقيانيا وتشغل أقل من ثلث سطح الكرة الأرضية ويقع القسم الأكبر منها في نصف الكرة الأرضية الشمالي .

القائد

ALKAID

نجم هو إيتا الدب الأكبر واسمه الكامل قائد بنات نعش .

القبة

CORONA AUSTRALIS

كوكبة جنوبية هي الإكليل الجنوبي ، اطلبه .

قبة الشمس

SOLAR APEX

في علم الفلك : النقطة التي تندفع نحوها المجموعة الشمسية بسرعة عشرين كيلومتراً في الثانية .

قبة الشمس المضادة

SOLAR ANTAPEN

في علم الفلك : النقطة المقابلة لقبة الشمس .

القدر

MAGNITUDE

في علم الفلك : لمعان نجم . والقدر الأول هو لمعان هب شمعة على بعد ٤٠٠ متر تقريباً . ويتناقص ترتيب القدر من الأول حتى العشرين بنسبة قوة ٢,٥ . فالقدر الأول يساوي مائة مرة القدر السادس . والنجوم ذات القدر بين الأول والسادس تُرى بالعين المجردة . المقادير السالبة تُستعمل للأجرام التي يزيد لمعانها عن القدر الأول .

القدر الظاهر

APPARENT MAGNITUDE

في علم الفلك : القدر الظاهر أو المرئي لجرم من الأجرام السماوية هو قيمة يتميز بها ضياء هذا الجرم كما تراه العين . وكلما كان الجرم أكثر ضياءً يصغر العدد الذي يشير إليه . فكوكب من القدر الأول أكثر ضياءً من كوكب من القدر الثاني مثلاً .

قذيفة موجهة

GUIDED MISSILE

مركبة ليس فيها إنسان تتحرك بعيداً عن سطح

الأرض ويمكن لمحطة على الأرض تغيير مسارها في الجو بعد إطلاقها وطوال مدة طيرانها وهي تختلف عن القذيفة الباليستكية .

القرد

STRATOCUMULUS

سحاب مؤلف من كرات ضخمة داكنة فوق قاعدة أفقية مسطحة وكثيراً ما يحجب السماء كلها وبخاصة في الشتاء .

القرص

DISC

يقال عن سطح الشمس والقمر والسيارات وتوابعها الشبيه بالقرص لقرنها إلينا . أما النجوم الثابت فلا تشاهد إلا كنقطة نور لبعدها الشاسع عنا .

القرنان

CUSPS

قرنا القمر حيثما يكون هلالاً تشبهها له بقرن السهم .

القرع

CUMULUS

سحاب مؤلف من عناقيد مدوّرة ذات قاعدة مسطحة .

القرع الرهجي

CUMULOSTRATUS

سحابة قرعية تنبسط قاعدتها أفقياً مثل سحابة رهيّة .

القرع الطخروري

CUMULOCIRRUS

سحابة قرعية صغيرة على ارتفاع عال بيضاء رقيقة مثل الطخور .

القزم الأبيض

WHITE DWARF

نجم يتكوّن من مواد متحللة وهو صغير الحجم عظيم الكثافة تبلغ كثافته أحياناً حوالي مليون مرة كثافة الماء وليس فيه أي مصدر للطاقة النووية .

قصور ذاتي

INERTIA

في الفيزياء : صفة في المادة تجعل أن الأجسام لا تستطيع من ذاتها أن تغير حالة السكون أو حالة الحركة التي تكون فيها .

القطب

POLE

في الجغرافيا : كل من طرفي محور الأرض وهما

قطبان القطب الشمالي والقطب الجنوبي .

في علم الفلك : كلٌّ من طرفي المحور الخيالي الذي تدور حوله الكرة السماوية خلال ٢٤ ساعة .

MAGNETIC POLE

القطب المغنطيسي

في الجغرافيا : الموضع من الكرة الأرضية الذي يساوي فيه ميل الإبرة المغنطيسية تسعين درجة .

ELLIPSE

القطع الناقص أو الإهليلج

في الهندسة : منحني يُرسم حول نقطتين تسميان بؤرتين بحيث يكون مجموع المسافتين بين أية نقطة على المنحني والبؤرتين ثابتاً . مسارات السيارات في المجموعة الشمسية كلها من نوع القطع الناقص .

EQUULEUS

قطعة الفرس

كوكبة شالية تتقدّم الفرس الأعظم ويطلع الفرس الأول قبلها .

HYADES

القلانس

نجوم بشكل ٧ في كوكبة الثور منها الدبران وهي تشكّل عنقوداً متفتحة . كان القدماء يعتقدون أنها عندما تطلع مع الشمس تبشّر بالمطر ومن هنا اسمها اليوناني .

REGULUS

قلب الأسد

نجم هو ألفا الأسد وهو العشرون بين أكثر النجوم ضياء في السماء . قدره ١,٣٥ وفئة طيفه ٨ أما بعده عن الأرض فيبلغ مسافة ٦٧ سنة ضوئية .

ANTARES

قلب العقرب

نجم هو ألفا العقرب من القدر الثاني فئة طيفه ٣ + ١ . وقلب العقرب المسمى أيضاً نير العقرب عملاق أعظم أحمر . قطره يقدر بأربعمئة مرة قطر الشمس وكثافته ١٠ - ٨ . أما بعده عن الأرض فيبلغ ٢٥٠ سنة ضوئية .

CAELUM

قلم النحات

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية

الجنوبي . نجمها الرئيسي من القدر الخامس .

GIBBOUS-MOON

القمر المحذب

في علم الفلك : القمر عندما يوجد في التربيع الثاني .

CENTARUS

قنطورس

كوكبة جنوبية هي الظلمان . اطلبه .

KEPLER'S LAWS

قوانين كبلر

ثلاثة قوانين لحركات الكواكب اكتشفها كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) وجاءت تكمل قوانين كوبرنيكس وتصحّحها وتجعلها أكثر دقة . أهمّها الأول : تدور السيارات في مدارات اهليلجية تشكّل الشمس إحدى بؤرتيها .

VAN DER WAAL'S FORCE

قوة فان ديرفال

في الفيزياء : قوة جذب توجد بين جميع ذرات المواد أو جزيئاتها .

INERTIAL FORCE

قوة القصور الذاتي

في الفيزياء : قوة تنجم عن ردّ فعل الجسم لقوة تسارع واقعة عليه تساويها في المقدار وتضادّها في الاتجاه .

LYRA

القيثارة

كوكبة شالية صغيرة بين الجاثي والدجاجة فيها نجوم ساطعة منها النسر الواقع ونجم رباعي هو إيسيلون القيثارة وسديم دائري م ٥٧ وهو نموذج سدّم هذا النوع .

ألفا القيثارة : النسر الواقع

بيتا القيثارة : الشلياق

غاما القيثارة : السلحفاة

إيتا القيثارة : الأظفار

ألفا وإيسيلون وزيتا القيثارة : الأثافي .

CEPHEUS

قيفاوس

كوكبة شالية تقع بين الدجاجة والتّنين وذات الكرسي أسطع نجومها من القدر الثالث . جاء في كتاب الصوفي أنها بصورة شاب راكع على إحدى ركبتيه وعلى رأسه قلنسوة رأسه في المجرة ورجله اليسرى على القطب الشمالي .

ألفا قيطس : المنخر
 بيتا قيطس : ذنب قيطس الجنوبي ، الضفدع
 الثاني ، أصل الذنب
 غما قيطس : كف الجزماء
 زيتا قيطس : بطن قيطس
 إيوتا قيطس : آخر النعامات
 يوتا قيطس : ذنب قيطس الشمالي
 أوميكرون قيطس : الأعجوبة
 إيسيلون وسي و رو وسيعما قيطس : صدر
 قيطس
 ناو قيطس : أول النعامات
 تاو و نو وزيتا وثيتا وإيوتا قيطس : النعامات
 لمبدا قيطس : المنخر

ألفا وبيتا قيفاوس : كوكبا الفرق
 ألفا قيفاوس : الدراع اليمنى
 بيتا قيفاوس : الفرق إلى الشمال من ألفا
 غما قيفاوس : الراعي
 كسي قيفاوس : القرحة
 رو قيفاوس : كلب الراعي
 إيوتا وثيتا قيفاوس : القدر

قيطس

CETUS

كوكبة جنوبية تسمى أيضاً سبع البحر وهي أكبر
 جميع الكوكبات مساحة على هيئة حيوان بحري
 مقدّمه في ناحية المشرق على جنوب كوكبة الحمل
 ومؤخره في ناحية المغرب قرب كوكبة الدلو .



GRUS

الكركي

كوكبة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي
قريبة من الدلو والجدي يشبه شكلها شكل طائر
مبسوط الجناحين

CHROMOSPHERE

الكر وموسفير

في علم الفلك : حو الشمس الملون بين
الإكليل والطبقة العاكسة ، له لون قرمزي يميز
تنطلق منه عادة شواظات هائلة .

SOLAR ECLIPSE

الكسوف

في علم الفلك : ظاهرة طبيعية تتميز باحتجاب
سوء الشمس إما كلياً وإما جزئياً ويحدث ذلك
إذا توسط القمر بين الأرض والشمس وحجب
جزءاً من قرصها أو كله .

KSI ANDROMEDAE

كسي المرأة المسلسلة

نجم هو الذيل أو الخمار .

CANIS MINOR

الكلب الأصغر

كوكبة شالية تقع بالقرب من خط الاستواء وراء
الجبار على الجانب المقابل من المجرة وإلى
الجنوب من التوأمن . نجمها الرئيسي
الغيمضاء وقدره ٥.٠

آلفا الكلب الأصغر : الغيمضاء

بيتا الكلب الأصغر : مرزم الغيمضاء

آلفا وبيتا الكلب الأصغر : ذراع الأسد
المقبوضة .

CANIS MAJOR

الكلب الأكبر

كوكبة جنوبية تحت الجبار وإلى يساره على حافة
درب الشاة . نجمها الرئيسي آلفا الكلب الجبار
أو الشعرى البائية وهو أسطع نجوم السماء
ضياء . في هذه الكوكبة نجوم عدة مزدوجة
وعناقيد نجمية ترى بالعين المجردة .

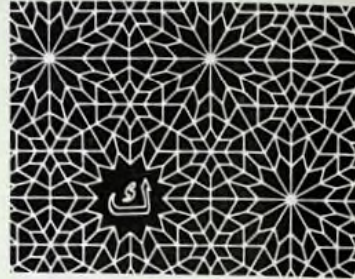
آلفا الكلب الأكبر : الشعرى البائية أو شعرى

العبور أو كلب الجبار

بيتا الكلب الأكبر : مرزم الشعرى

بيتا الكلب الأكبر وبيتا الكلب الأصغر :

الزمان



ك

CRATER

الكأس

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الجنوبي
إلى الجنوب من برجى الأسد والنسيلة أول
كواكبها مشترك بينها وبين الشجاع . وتسمى
أيضا الباطية .

CAPSULE

الكبسولة

غرفة محكمة ضغطها ثابت وظروفها الداخلية
ملائمة لحياة إنسان أو حيوان بطير على ارتفاعات
عالية جداً أو يدور في الفضاء الخارجي .

ARIES

الكبش أو الحفل

كوكبة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع في
منطقة البروج وهي على هيئة حروف ملتفت إلى
الوراء ووجهه إلى ظهره وله قرنان كالكبش .

CELESTIAL GLOBE

الكرة السماوية

في علم الفلك : كرة تمثل الأجرام السماوية .

PICTOR

كرسي المصور

كوكبة جنوبية مولدة لا تحتوي إلا على القليل من
النجوم الضعيفة .

SCULPTOR

كرسي النحات

كوكبة جنوبية مولدة بين الكركي والعنقاء .

دلتا الكلب الأكبر : الوزن

إسيليون الكلب الأكبر : العذارى

إيتا الكلب الأكبر : العذرة

زيتا الكلب الأكبر : الفردوس

زيتا وإسيليون وغا ونو ومو الحماة : الأفرجة والفردوس

SUNSPOT **كلغة الشمس**

في علم الفلك : إحدى كلف الشمس وهي يقع داكنة تبدو بين فترة وأخرى على سطح الشمس .

CALLISTO **كليستو**

أحد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو وسيمون ماريوس في آن واحد عام ١٦٠٩ وهو التابع الثاني بعد غانيميد من حيث الحجم لكنه أقل منه تماسكاً وكثافة .

QUANTUM **الكم**

كمية محددة من الطاقة مصحوبة بموجات كهرومغناطيسية مثل الضوء وأشعة غاما والأشعة السينية وتعتمد فقط على تردد الإشعاع . فإذا كانت (ت) هي تردد الإشعاع فإن كم الطاقة يكون (هـ ت) حيث (هـ) هي ثابتة بلانك .

الكوارة

COMA BERENICES

كوكبة شبلية هي الذؤابة . اطلها .

PUPPIS **الكوثل**

في علم الفلك : اسم أطلق على جزء من كوكبة برج السفينة في السماء الجنوبية بعد تقسيمه إلى جؤجؤ وكوثل وأسرعة ، والكوثل لغة هوموخر السفينة .

FORNAX **الكور**

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الجنوبي بين قيطس والنهر .

COSMOGRAPHY **الكوزموغرافيا**

علم يبحث في مظهر الكون وتركيبه العام وهو يشمل علوم الفلك والجغرافيا والجيولوجيا .

COSMOLOGY **الكوزمولوجيا**

علم يبحث في أصل الكون وبنية العامة وعناصره والقوانين التي تسيّره .

KOCHAB **الكوكب الشمالي**

نجم هو بيتا الدب الأصغر أو نير الفرقدن قدره ٢,٢ وقته طيفه ك ٥ .

CONSTELLATION **الكوكبة**

مجموعة من النجوم الثابتة التي تبدو متجاورة تمثل صورة اصطلاحية معينة . فللتعرف إلى النجوم جمعت في ٨٨ كوكبة أو صورة تذكر أسماؤها بأشكالها .

UNIVERSE **الكون**

العالم بأسره بما فيه الأرض والكواكب والسيارات .

PLANETESIMAL **الكويكب**

في علم الفلك : أحد الكويكبات وهي أجرام سماوية صغيرة يظن أنها وجدت في مرحلة مبكرة من نشوء النظام الشمسي .

ASTEROIDS **الكويكبات**

في علم الفلك : آلاف السيارات الصغرى الواقعة بين المريخ والمشتري ولا يزيد محيطها ، ما عدا سيريس ، عن ٥٠٠ كلم وترى إحداها فستا أحياناً بالعين المجردة .

TROJANS **الكويكبات الطروادية**

مجموعة من السيارات الصغرى الكائنة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري تسير في مسار زحل وهي فستان : فئة تقع على بعد ٦٠ درجة تقريباً وراء السيارات والفئة الثانية على بعد ٦٠ درجة أمامه .

COAL SACK **كيس الفحم**

في علم الفلك : اسم يطلق على سديم هو كناية عن كتلة هائلة من الغبار والغاز تحول دون عبور ضوء النجوم الموجودة وراءها وهو يقع في كوكبة الصليب الجنوبي ، يعتبره علماء الفلك أجمل السدم المظلمة .

منازل القمر .

LAMBDA DRACONIS

لمبدا الثنين

نجم هو ذنب الثنين .

LAMBDA HERCULIS

لمبدا الجاثي

نجم هو معصم الجاثي .

LAMBDA CARINAE

لمبدا الجوجؤ

نجم هو سهيل الوزن .

LAMBDA CETI

لمبدا قيطس

نجم هو المنخر أو منخر قيطس .

ASINUS BOREALIS

اللهاء

نجم في كوكبة السرطان هو ايسيلون السرطان
ومن اسمائه الحمار الشبائي والمعلف والثرة
والخطيرة .

LUNA I

لونا ١

أول ميسار روسي حلق فوق القمر في عام
١٩٥٩ .

LUNA 17

لونا ١٧

ميسار فضائي سوفيتي أطلق إلى القمر ناقلاً إليه
المجتزرة لونوكهود ١ في عام ١٩٧٠ .

LUNOKHOD I

لونوكهود ١

مجنزرة سوفيتية أرسلت إلى القمر عام ١٩٧٠
فعملت أكثر من ١١ شهراً وأرسلت معلومات
قيمة عن هذا الكوكب .

LUNIK

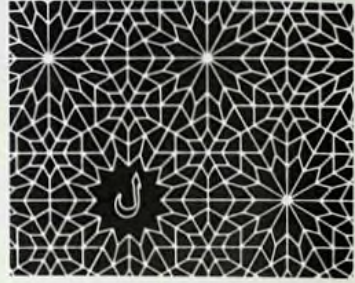
لونيك

تعبير روسي لمسابير الفضاء التي يقذفها الروس
نحو القمر لتقرب منه أو تدور حوله أو تصطدم
به .

LASER

الليزر

الميزر البصري وهو مضخم للموجات الدقيقة
بالإتبعات الإشعاعي المستثار بالطاقة الضوئية .



ل

COMA BERENICES

اللبلاب

كوكبة شالية هي الذؤابة . اطلبها .

FLUORESCENCE

النصف أو التفلور

في الفيزياء : الاستشعاع وهو إطلاق نور
ناشئ عن امتصاص الإشعاع من مصدر آخر .

ACOLYTE

الليصق

نجم خفي قرب نجم آخر أشد لمعاناً منه .
ويسمى أيضا التابع .

ORBITAL RENDEZVOUS

لقاء مداري

لقاء بين رواد الفضاء في مدار تسير فيه سفنهم
الفضائية .

LAMBDA

لمبدا

الحرف الحادي عشر من الابدادية اليونانية
ويطلق عادة على النجوم من الاقدار الضعيفة .

LAMBDA LEONIS

لمبدا الأسد

نجم هو الطرف أو العطفة وهو المنزل التاسع من



يبدو تردّد الذبذبات أو الموجات وكأنّه يزداد والعكس بالعكس .

ORRERY

المبيان

أداة تبيّن مواقع الكواكب وحركاتها في النظام الشمسي .

SUPER NOVA

المتجدّد الأعظم

في علم الفلك : نجم متفجّر فائق التوهّج .

SYNCHRONOUS

متزامن

صفة تطلق على الحركات التي تحدث في آن واحد .

VARIABLE

المتغيرة

في الرياضيات : حدّ غير معيّن يمكن استبداله في علاقة أو في تابع من حدود معيّنة مختلفة قيمه .

TRIANGULUM

المثلث

كوكبة صغيرة في النصف الشمالي من الكرة السماوية بين الحمل والمرأة المسلسلة .

ألفا المثلث : رأس المثلث

ألفا وبيتا المثلث : الميزان .

TRIANGULUM AUSTRALE

المثلث الجنوبي

كوكبة جنوبية تقع بمحاذاة كوكبة قنطورس أو الظلمان ، شكلها واضح المعالم نجمها الرئيسي برتقالي اللون ومن القدر ٩,١ أما النجمان الباقيان فمن القدر الثالث .

GRAVISPHERE

مجال الجاذبية

امتداد كروي تكون فيه قوة جاذبية جرم سماوي سائدة بالنسبة الى قوى جاذبية الاجرام الاخرى .

CENTRAL FORCE FIELD

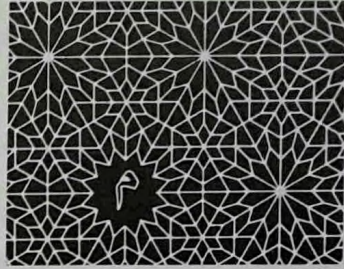
مجال القوة المركزية

في الفيزياء : مجال جاذبية أو مجال كهروطبيعي يجذب الأشياء والجسيمات ويحدّ من حركتها .

GALAXY

المجرة

نظام نجمي يتألّف من قرص له انتفاخ مركزيّ يحتوي على مئات المليارات من النجوم منها الشمس ويبدو بالنسبة إلى مراقب أرضي بشكل



م

MARINER

مارينر

برنامج هيئة ناسا الأمريكية لإرسال مسابير عمّلة بالأجهزة نحو المريخ والزهرة .

MARINER 2

مارينر ٢

أول مسابر فضائي أميركيّ بلغ هدفه محلقاً فوق الزهرة عام ١٩٦٤ وأرسل عنها معلومات موثوقة .

MARINER 9

مارينر ٩

سفينة فضائية أطلقها الأمريكيون عام ١٩٧١ إلى المريخ فدارت حوله وكانت أولّ تابع اصطناعيّ له .

PRECESSION OF EQUINOXES

مبادرة الاعتدالين تقدّم سنويّ لوقت الاعتدال ناجم عن تقهقر النقطة الاعتدالية ويأتي نتيجة مباشرة لحركة مبادرة محور دوران الأرض في الفضاء .

PRINCIPLE

المبدأ

في الفيزياء : قانون ذو صفة عامّة يسيّر مجموعة من الظواهر ، كمبدأ التكافؤ .

DOPPLER PRINCIPLE

مبدأ دوپلر

في الفيزياء : مبدأ يقول إنه إذا اقترب جسم تصدر عنه ذبذبات ، أو موجات ، من المشاهد

STATIONARY ORBIT

المدار الثابت

في علم الفلك : مدار دائري لتابع يدور حول كوكب في المستوى الاستوائي تساوي فترة دورانه فترة دوران الكوكب فيبدو مستقراً .

TROPIC OF CAPRICORN

مدار الجدي

دائرة من دوائر الكرة السماوية تقع على ميل ٢٣° ٢٧° جنوبي خط الاستواء . ومدار الجدي أيضاً دائرة من دوائر الكرة الأرضية تطابق خط العرض ٢٣° ٢٧° ٥' وتحد جنوباً المنطقة التي تسمى المنطقة المدارية .

TROPIC OF CANCER

مدار السرطان

دائرة من دوائر الكرة السماوية تقع على ميل ٢٣° ٢٧° شمالي خط الاستواء ويبدو أن الشمس ترسمها في سيرها اليومي عند المقلب الصيفي (عندما تدخل في برج السرطان) .

POLAR ORBIT

المدار القطبي

مدار تابع للأرض يمر فوق قطبي الأرض أو بالقرب منهما .

KEPLERIAN TRAJECTORY

مدارات كبلر

في علم الفلك : مسارات لها شكل القطع الناقص تدور فيها الأجرام السماوية (والأقمار الاصطناعية) حسب قانون كبلر الأول لحركة الأجرام السماوية .

ORBITAL PERIOD

مدة الدورة المدارية

في علم الفلك : الزمن الذي يستغرقه السيار في قيامه بدورة كاملة حول الشمس .

SIDERAL PERIOD

المدة الفلكية

الوقت الذي يستغرقه كوكب أو تابع ليتم دورة كاملة حول الجرم الأولي له .

COMET

المذنب

في علم الفلك : كوكب سديمي الشكل يتألف من نواة مضطربة هي الرأس تحيط بها غمامة غازية ومن ذنب متجه دائماً بالاتجاه المقابل للشمس .

MICROPHONE

المذياع

في الفيزياء : آلة تحول الاهتزازات الصوتية إلى

شريط مضيء غير منتظم . وهو النظام الذي ننتمي اليه والمعروف باسم درب اللبانة أو درب الثبانة وهو يطلق على أي نظام نجمي شبيه بمجرتنا منه عدد كبير منتشر حتى حدود الكون المرئي .

ALMAGEST

المجسطي

كتاب بطليموس المشهور في علم الفلك نقله العرب إلى لغتهم .

ARA

المجمره

كوكبة صغيرة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع فوق ذنب العقرب ليس فيها نجم أكبر من القدر الثالث .

NEW-MOON

المحاق

في علم الفلك : شكل القمر الهلالي عند أول ظهوره .

SPACE STATION

محطة فضائية

بناء يتمركز عادة مع الأرض يدور حولها ويمكن العيش فيه . يُستخدم كمحطة لإطلاق مركبات الفضاء الأخرى أو لأبحاث فضائية .

AXIS

المحور

القطر الرئيسي لجسم ما . فمحور الدائرة هو المستقيم المعامد لمستوي الدائرة والمار في مركزها .

المختلف المركز

EXCENTRIC

في الميكانيكا : قرص يتغير مركزه وهو مثبت على محور دوار ويستعمل للتحكم ببعض الحركات . في علم الفلك : يقال عن السيار الذي يختلف مركزه عن مركز نجمه .

ORBIT

المدار

في الفيزياء : مسار جسم يتحرك دورياً كمدار الالكترونات حول النواة في ذرة . في علم الفلك : منحني مغلق يرسمه سيار حول الشمس أو تابع حول سيار .

تذبذبات كهربائية .

المرأة المسلسلة

ANDROMEDA

كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي اسطع نجومها الثلاثة هي سرة الفرس (ألفا) والمراق (بيتا) والعناق (غمّا) وهي على خط واحد تقريباً ومتساوية البعد وتقع في امتداد الخط القطري لمربع الفرس الأعظم . تحتوي هذه الكوكبة على أبعد شيء تمكن رؤيته بالعين المجردة في الليالي الصافية الأديم وهو غيمة المرأة المسلسلة الكبرى م ٣١ التي تبعد عن الأرض مسافة مليوني سنة ضوئية .

ألفا المرأة المسلسلة : سرة الفرس أو رأس المرأة المسلسلة .

بيتا المرأة المسلسلة : جنب المسلسلة وقلب الحوت والمترز والرشا والمراق

غمّا المرأة المسلسلة : عنق الأرض والملاق والبريد ورجل المسلسلة

كسي المرأة المسلسلة : الذيل والحجار

MERAK

المراق

نجم هو بيتا الدب الأكبر واسمه الكامل مراق الدب الأكبر . قدره ٢,٤ وفئة طيفه صفراء .

MIRACH

المراق

نجم هو بيتا المرأة المسلسلة . قدره ٢,٤ وفئة طيفه م صفر .

SEISMOGRAPH

المرجفة

أداة لتحديد مواقع الزلازل وقوتها .

RELAY

المرحل أو تلسار

في الكهرباء : أداة تتلقى الرسائل البرقية أو البرامج الإذاعية أو التلفزيونية وتنقلها بقوة أعظم وبذلك تضاعف المسافة التي تنقل عبرها .

MIRZAM

المرزم

نجم هو بيتا الكلب الأكبر . وهناك نجوم ثلاثة أخرى تسمى المرزم ، مرزم الجوزاء أي ألفا الجوزاء والمرزم الناجد وهو غمّا الجوزاء ومرزم

الكلب الأصغر أي بيتا الكلب الأصغر .

CORONAGRAPH

مرسمة الإكليل

في علم الفلك : جهاز اخترعه الفلكي الفرنسي برنار ليو (١٨٩٧ - ١٩٥٢) يمكن من دراسة الجزء الداخلي من إكليل الشمس في أي وقت كان .

OBSERVATORY

المرصد

منشأة للملاحظات الفلكية وللأرصاد الجوية .

METEOROGRAPH

المرصدية

في علم الفلك : آلة تستعمل لتسجيل الظواهر الجوية .

HYGROMETER

المرطاب

جهاز قياس الرطوبة النسبية في الجو .

HYGROGRAPH

المرطاب الآلي

مقياس لتسجيل تقلبات الرطوبة الجوية بطريقة آلية .

MIRFAK

المرفق

نجم هو ألفا فرساوس قدره ١,٩ وفئة طيفه ف ه .

المرقب

هو التلسكوب فاطمه .

SPECTROHELIOSCOPE

مرقبة الطيف الشمسي

في علم الفلك : السبكتروهليوسكوب وهو آلة لتصوير التفاصيل على سطح الشمس باستخدام الضوء الآني من إشعاع طيفي واحد .

ROCKET SHIP

المركبة الصاروخية

مركبة مسيرة بالصواريخ قادرة على الانطلاق خارج جو الأرض .

EPICENTER

المركز السطحي

في الجيولوجيا : سطح الأرض الواقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال .

CENTER OF MASS

مركز الكتلة

مركز الجاذبية وهو النقطة التي يمكن اعتبار كل كتلة الجسم أو الأجسام مركزة فيها مع أخذ الحركة بعين الاعتبار . فمركز الكتلة في الأرض

DISCOVERER

سلسلة من الأقمار الاصطناعية التابعة لقسم
القذائف الباليستية الأمريكية تقذف لدراسة
قدرة إداء الأقمار والتحكم في حركتها
واستعادتها إلى الأرض .

NORMA

كوكبة جنوبية مولدة بين النهر والحمامة ويقال لها
المرتفع أيضاً .

HYDROPHONE

آلة للإصغاء إلى الصوت المرسل خلال الماء .

JUPITER

خامس سيارات النظام الشمسي الرئيسية
بالنسبة إلى بعده عن الشمس تفوق كتلته كتلة
جميع السيارات الأخرى مجتمعة . معدل بعده
عن الشمس ٧٧٨ مليون كلم . تتم دورته
المدارية في مدة ١١,٨٦ سنة . يساوي حجمه
١٣٠٠ مرة حجم الأرض ولا تزيد كتلته إلا
٣١٨ مرة على كتلة الأرض أما قطره فيبلغ
١٤٢٠٠٠ كلم . يدور السيار على ذاته في ١٠
ساعات و ٥٠ دقيقة وعلى سطحه مناطق فاتحة
ومناطق قائمة موزعة بموازاة خط الاستواء . تبلغ
حرارة السطح - ١٤٠° . للمشتري اثنا عشر
تابعاً اكتشف غاليليو أولها عام ١٦٠٩ وأهمها يو
وأوربا وغنيميد وكلبيسو .

BIFID

في علم الفلك : يقال عن المذنبات إذا كانت
مشقوقة شقين .

SPECTROSCOPE

آلة معدة لدراسة مختلف الأطياف الضوئية
استناداً إلى ترتيب الحزوز التي تكونها .

SPECTROSCOPY

في الفيزياء : دراسة الأطياف الضوئية .

METAL

في الكيمياء : جسم بسيط ذو لمعان خاص
يوصل عادة الحرارة والكهرباء ومن خصائصه

المستكشف

الذي يدور حوله القمر ليس هو مركز الكتلة
نفسه للجرمين معاً عند دورانها حول
الشمس .

ACCUMULATOR

في الفيزياء : آلة تخزن الطاقة الكهربائية
بشكل كيميائي لتعيدها حسب الرغبة بشكل
تيار كهربائي .

MERCURY

مشروع هيئة ناسا الأمريكية لإطلاق إنسان إلى
القضاء .

MARS

أولى السيارات الخارجية (التي تفوق مسافتها
عن الشمس مسافة الأرض) في النظام
الشمسي . جوّه أكثر تخلخلًا من جو الأرض
ويتألف من بخار الماء . على سطحه مناطق
فاتحة ومناطق قائمة تتغير مع الفصول يبدو أنها
مستنقعات ومناطق نباتات خالية من
اليخضور . يلاحظ على كل من قطبيه بقع
بيضاء ساطعة تتغير مساحتها مع الفصول
ويعتقد أنها كتل من الثلج أو الجليد . على
سطحه فوهات عديدة لا يتعدى قطر بعضها ٤
كيلومترات . للمريخ تابعان هما فوبوس
وديموس لا يتعدى قطراهما ١٠ و ١٥ كلم .

TRAJECTORY

خط ترسمه نقطة مادية متحركة من نقطة
انطلاقها إلى نقطة وصولها .

ORBITAL PATH

المسار المداري
الطريق الذي يسلكه تابع أو سيار في دورانها
حول جرم آخر .

ZENITAL DISTANCE

المسافة السميتية
الزاوية بين نجم ومشاهد وسمت هذا
المشاهد .

NOVA

المستعر او المتجدد
في علم الفلك : نجم يتعاظم ضياؤه فجأة ثم
يجو بعد بضعة شهور أو بضع سنين .

المركم

مركوري

المريخ

المسار

المسار المداري

المسافة السميتية

المستعر او المتجدد

BALLISTICS

المقذافية او البليستيكا

علم يدرس قوانين حركة القذائف وهو قسما : المقذافية الداخلية التي تدرس حركة القذائف ضمن ماسورة المدفع والمقذافية الخارجية التي تدرسها بعد انطلاق القذيفة .

PROJECTILE

المقذوفة او القذيفة

جسم يطلقه مدفع في اتجاه معين .

TELESCOPE

المقرب او المرقب

هو التلسكوب . انظره .

ALTIMETER

مقياس الارتفاع

في الفيزياء : آلة لقياس الارتفاع عن سطح البحر .

POLARIMETER

مقياس الاستقطاب

آلة تستعمل لقياس دوران مستوى استقطاب الضوء .

SEISMOMETER

مقياس الزلازل

أداة لقياس قوة الزلازل ومدتها واتجاهها .

VOLTMETER

مقياس الفلطة

في الكهرباء : آلة قياس فوارق الجهد في القوى الكهربائية المحركة .

PISTON

المكبس

في الفيزياء : قرص أسطوانتي يتحرك باحتكاك خفيف في جسم مضخة أو في أسطوانة آلة بخارية أو في محرك انفجاري .

CAPACITOR

المكثف

في الفيزياء : آلة قادرة على تخزين شحنة كهربائية .

POLARISCOPE

مكشاف الاستقطاب

آلة لقياس الضوء المستقطب او لفحص المواد او العناصر الموجودة فيه .

CELESTIAL NAVIGATION

الملاحة السماوية

فن قيادة المركبة الفضائية من داخلها باستخدام مواقع الأجرام السماوية .

ASTRONAUTICS

الملاحة الفضائية

علم الملاحة بين الكواكب والسيارات .

آلة يتحد مع الأكسجين ليعطي أكسيدا قاعديا .

ASELLUS BOREALIS

المعلف

نجم في كوكبة السرطان هو إيسيلون السرطان ومن أسنانه النثرة والحمار الشمالي والحظيرة واللهاء .

PARAMETER

المعلم

في الرياضيات : مقدار متغير القيمة تتعين بإحدى قيمة نقطة أو منحرف أو دالة .

MEGREZ

المغرز

نجم هودلتا الدب الأكبر . وهو من القدر ٣,٤ وفئة طيفه أ ٢ .

MAGNET

المغناطيس

أكسيد الحديد الطبيعي يجذب بعض المعادن . والمغناطيس قضيب أو إبرة من الفولاذ لها هذه الخاصية .

MAGNESIUM

المغنيزيوم

في الكيمياء : معدن صلب لونه إلى البياض الفضي يمتزق في الهواء الطلق ويستعمل في مركبات صناعية عديدة .

ATOMIC PILE

المفاعل الذري

في الفيزياء : حاشدة ذرية تستعمل لتأمين سير التفاعل النووي .

ANTLIA

مفرغة الهواء

كوكبة صغيرة مولدة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تقع بين الباطية والسفينة .

PLANETARIUM

المفلاك

في علم الفلك : جهاز إسقاط يظهر حركة الشمس والنجوم والكواكب في قبة بأعلاه .

OPPOSITION

المقابلة

في علم الفلك : وقوع السيار في جهة مقابلة لموقع الشمس بالنسبة إلى الأرض .

IMPEDANCE

المقاومة الإطارية

في الكهرباء : المقاومة في دائرة كهربائية كاملة .

البلدة : رقعة قفر لا نجوم فيها بين النعائم

وسعد ذابح . 21. Al balda

سعد الذابح في الجدي 22. Sa'd Aldhabih

سعد البالع في الدلو 23. Sa'd Bali

سعد السعود في الدلو والجدي 24. Sa'd Assuud

سعد الأخبية في الدلو 25. Sa'd Alakhb'ya

الفرغ الأول أو الفرغ المقدم في الفرس

26. Al Fargh Alawwal

الفرغ الثاني أو المؤخر في الفرس والمرأة

المسلسلة 27. Al Fargh Althani

بطن الحوت في المرأة المسلسلة .

28. Baten Alhut

SICKLE

المنجل

في علم الفلك : صورة في برج الأسد تشبه

المنجل .

FALCATED

منجلي

له شكل المنجل يقال عن القمر وعطارد والزهرة

عندما تكون أهلة .

CURVE

المنحني

في الرياضيات : خط يتغير اتجاهه تدريجياً دون

أن يشكل أية زاوية .

MINTAKA

المنطقة

منطقة الجوزاء وهي اسم لمجموعة نجوم هي دلنا

وزيتا وإيسيلون الجوزاء .

ZODIAC

منطقة البروج

في علم الفلك : الدائرة التي ترسمها الشمس

في سيرها الظاهري من المغرب إلى المشرق وهي

مقسومة إلى اثني عشر قسماً طول كل قسم منها

ثلاثون درجة .

المنطقة الصامتة

ANACOUSTIC ZONE

منطقة توجد على ارتفاعات عالية حيث

المسافات بين جزيئات الهواء المتخلخل كبيرة

جداً فلا تمكن من انتشار الموجات الصوتية

فيها .

CEPHEUS

المتهب

كوكبة شمالية تقع بين الدجاجة والتنين وذات

الكروسي ، وهي قيفاوس ، انظره .

MILLIBAR

المليبار

وحدة لقياس الضغط الجوي تساوي 1/1000

من البار أو ألف دايين في السنتيمتر المربع .

MILLISECOND

المليثانية

جزء من ألف جزء من الثانية .

AURIGA

مسك الأئمة

العنّاز وهو كوكبة بين الثريا والدب الأكبر أسطع

نجومها العيوق وتحتوي على ثلاثة عناقيد نجمية

هي م ٣٦ وم ٣٧ وم ٣٨ . نجمها إيسيلون

عملاق أعظم خارق يبلغ قطره ٢٠٠٠ ضعف

قطر الشمس .

MOON STATIONS

منازل القمر

1. Ash-sharatan الشيطان : ألفا وبيتا الحمل

2. Albotain البطين في الحمل

3. Pleiades الثريا في الثور

4. Aldebran الدبران في الثور

5. Alhaka الهقعة في رأس الجبار

6. Alhana الهنعة في الجوزاء

7. Aldhira الذراع المسوطة في الجوزاء

8. Alnathra النثرة في السرطان

9. Altarf الطرف في الأسد والسرطان

10. Aljabha الجبهة في الأسد

11. Alzubra الزبرة في الأسد

12. Alsarfa الصرفة في الأسد

13. Alawa العواء في السنبلة

14. Alsimak alazal الساك الأعزل في السنبلة

15. Alghafr الغفر في السنبلة

16. Alzubana الزبانى في الميزان

17. Aliklii الإكليل في العقرب

18. Alqulab قلب العقرب في العقرب

19. Alshaula الشولة في العقرب

20. Alnaaim النعائم في الفرس

الموجة الكهرطيسية

ELECTROMAGNETIC WAVE

شكل تنتقل فيه الطاقة المشعة التي تبثها ذبذبات شحنة كهربائية وتضم موجات اشعاعية وموجات تحت الحمراء وضوءاً مرئياً وموجات فوق البنفسجية وأشعة غاما وأشعة كونيّة إذا اعتبرت كمّية من الطاقة .

MIDAS

ميداس

مشروع السلاح الجويّ الأمريكيّ لصنع مجموعة من الأقمار الاصطناعية تقوم بالكشف عن القذائف التي يطلقها العدو وذلك بواسطة الأشعة تحت الحمراء ووسائل قتيّة أخرى .

MIRANDA

ميراندا

أحد توابع أورانوس ويبلغ قطره حوالي ٥٥٠ كلم .

LIBRA

الميزان

كوكبة جنوبية في فلك البروج وهي البرج السابع ولعله سمي كذلك لأن الشمس تدخل في الاعتدال الخريفي وموقعه شرقيّ العذراء .
آلفا الميزان : الكفة الجنوبية
بيتا الميزان : الكفة الشمالية
آلفا وبيتا الميزان : زبانا العقرب أو يد العقرب وهو المنزل السادس عشر من منازل القمر

MIZAR

المثزر

نجم هو بيتا المرأة المسلسلة وآخر هو إيسيلون العواء وثالث هو بيتا الدب الأكبر . وقدر هذا الأخير ٢,٤ وفئة طيفه أ ٢ .

الميزوسفير

MESOSPHERE

طبقة من غلاف الأرض الجويّ واقعة فوق الأيونوسفير ويتجاوز ارتفاعها عادة ٢٥٠ ميلاً فوق سطح الأرض .

MESONS

الميزونات

في علم الفلك : جسيمات في الأشعة الكونية كتلتها الراكدة بين كتلتي الإلكترون والبروتون

المنطقة فوق السمعية HYPERACOUSTIC ZONE

منطقة في الغلاف الجويّ العلويّ فوق الستين ميلاً حيث المسافة بين جزيئات الهواء المتخلخل تساوي تقريباً طول الموجة الصوتية بحيث ينتقل الصوت في طبقة منها في المستويات المنخفضة أما في ما يعلو هذه المنطقة فإن الصوت لا يمكنه الانتشار

TROPICS

المنطقة المدارية

في علم الفلك : مساحة في السماء فوق سطح الأرض تبدو فيها الشمس في السمّت ويحدّها شمالاً مدار السرطان وجنوباً مدار الجدي .

BINOCULAR

المنظار الثنائي

منظار ذو عيّتين وذو انبوين ينظر من خلاله بالعينين معاً .

ALBIERE

منقار الدجاجة

نجم هو بيتا الدجاجة .

منكب الجوزاء

BETELGEUSE

نجم هو ألفا الجوزاء . وهو نجم متغير يتأرجح قدره بين ٠,٤ و ١,٣ . فئة طيفه م ٢ . يقول الإفرنج أن الكلمة مأخوذة من إسط الجوزاء والمعروف أن جميع الفلكيين العرب أجمعوا على تسمية هذا النجم بمنكب الجوزاء وتابعهم في ذلك الدكتور فان ديك الذي رغم مجاراته لهم افرد بتسميته إسط الجوزاء مجارة للإفرنج . وكان الدكتور فان ديك يقول لتلامذة الفلك إنها بيت الجوزاء والقاموس العصري يجعلها بيت المعجوز في الطبعة الحديثة (القاموس الفلكي والأبراج وصور النجوم أو كوكباتها واسماؤها العربية تأليف منصور حنا جرداق . المطبعة الأمريكية بيروت ١٩٥٠) .

WAVE

الموجة

في الفيزياء : اسم يطلق على الخطوط أو على السطوح التي تصاب في وقت ما باهتزاز يمتد في المكان .

منها السالبة والموجبة وقد توجد منها المحايدة .
شحنتها تساوي شحنة الإلكترونات . يعرف
نوعان من الميزونات كتلة أحدهما الراكدة حوالى
٢٨٣ وكتلة الآخر ٢١٥ مرة كتلة الإلكترون .
وهناك دليل على وجود أنواع أخرى .

مَيْسَان

LIBRATION

تأرجح ظاهر للقمر بالنسبة إلى مراقب موجود
على سطح الأرض وهو الترجيح القمري .
اطلبه .

المتفاق

PERISCOPE

في علم البصريّات : جهاز لرؤية الأشياء التي
تعلو مستوى نظر المشاهد ويحول دونه ودونها
حاجز . يتكوّن أساساً من أنبوبة طويلة في
نهايتها منشوران زجاجيان قائمان وضعا بحيث

يدور الضوء في كلّ منها ٩٠° أثناء انعكاسه على
الوجه الأطول لكلّ منهما .

الميكانيكا السماوية CELESTIAL MECHANICS

فرع من علم الفلك يعنى بدراسة قوانين حركة
الأجرام السماوية والمركبات والأقمار
الاصطناعية .

DECLINATION

الميل الزاوي

في علم الفلك : البعد الزاوي لنجم أو كوكب
شمالاً أو جنوباً عن خط الاستواء السماوي .

MIMAS

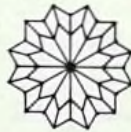
ميماس

أحد توابع زحل الصغرى كثافته ضعيفة وقد
يكون كتلة ضخمة من الجليد .

SPACEPORT

الميناء الفضائي

قاعدة لإطلاق الصواريخ أو الفضائف أو الأقمار
الاصطناعية ولإرسائها .



اكتشف عام ١٩٤٩ .

PRAESEPE

النثرة

نجم هو إسيلون السرطان ويسمى أيضاً نثرة الأسد وقم الأسد . والنثرة منزلة من منازل القمر وهي بقعة بيضاء لبنية .

STAR

النجم

جرم سماوي مضيء بنفسه وهو غير السدم والشهب والنيازك ، وهو واحدة من الشمس الموجودة في الفضاء وهو يتميز عن الكواكب التي تضيء بانعكاس الضوء عليها .

NGC

ن ج ث

الأحرف الأولى لفهرست عام للسدم اسمه New General Catalogue أي الفهرست العام الجديد وضعه الفلكي الدنماركي يوهان درابر (١٨٥٤ - ١٩٢٦) استناداً إلى المراقبات التي كان وليم هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) وابنه جون هرشل (١٧٩٢ - ١٨٧١) قد قاما بها .

SHOOTING-STAR

نجم ثاقب

شهاب يصبح متوهجاً عند دخوله الغلاف الجوي للأرض لاحتكاكه به .

BINARY STAR

النجم الثنائي

نظام من نجمين متقاربين يدوران حول مركز جاذبية مشترك .

GIANT STAR

النجم العملاق

في علم الفلك : نجم ضخم شديد التألق .

POLARIS

نجم القطب

في علم الفلك : أحد النجوم الذي يرى بالعين المجردة وهو الآن أقرب النجوم إلى القطب الشمالي للكرة الساوية .

POLAR STAR

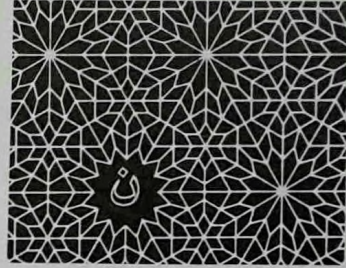
نجم قطبي

في علم الفلك : أحد نجوم مجموعة الدب الأصغر .

NOVA

نجم متجدد او مستسعر

نجم يتعاطم ضياؤه فجأة ثم يخبو بعد بضعة شهور أو بضع سنين .



SPRING

الناضب

في الفيزياء : أداة معدنية تتمدد أو تنقبض أو تتلوي تحت تأثير قوة ثم تعود إلى سابق حالتها عند زوال تلك القوة .

ناسا : الهيئة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء .

NASA: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

وكالة مدنية لها سلطة قانونية تقوم بأبحاث الملاحة الجوية وتنمي نشاطاتها اعتمدتها حكومة الولايات المتحدة باستثناء النشاطات المتعلقة بتطوير الأسلحة أو العمليات الحربية أو الدفاع عن الولايات المتحدة .

NEPTUNE

نبتون

ثاني سيارات النظام الشمسي الرئيسية بالنسبة إلى بعده عن الشمس . كان اكتشافه أهم حدث فلكي في القرن التاسع عشر . في ٢٣ أيلول (سبتمبر) عام ١٨٤٦ اكتشفه غال بالاستناد إلى حسابات أجراها له فرييه . ونظراً لبعد نبتون لا تمكن رؤيته بالعين المجردة . له تابعان : تريتون اكتشف عام ١٨٤٦ ونرييد

نجم متغير

VARIABLE STAR

في علم الفلك : نجم يتغير بريقه دورياً ، كإيتا الجوزاء مثلاً .

نجم مزدوج

DOUBLE STAR

في علم الفلك : نجمان جد متقاربين بحيث يبدوان في بعض الأحيان وكأنهما نجم واحد .

النجوم المتلازمة

MULTIPLE STAR

في علم الفلك : مجموعة نجوم متقاربة إلى حد أنها تبدو وكأنها تؤلف نظاماً واحداً .

نرديد

NEREID

في علم الفلك : أحد توابع نبتون الصغرى الذي يعتقد أنه كويكب اجتذبه السيار فدخل في مدار حوله .

النسر الطائر

ALTAIR

نجم هو ألفا النسر قدره ٠,٩ وفئة طيفه أ ٥ . والنسر الطائر هو الحادي عشر من النجوم الأكثر ضياء في السماء . وكان العرب يسمون النسر والقيثارة الشربين .

النسر الواقع

VEGA

نجم هو ألفا القيثارة قدره ٠,١ وفئة طيفه صفراء . والنسر الواقع أكثر نجوم نصف الكرة الشمالية ضياء .

النشاط الإشعاعي

RADIOACTIVITY

انحلال تلقائي لنواة ذرة غير مستقرة ينتج عنها نواة أخرى أكثر استقراراً . ويرافق ذلك عادة انبعاث جسيمات مشحونة مثل جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا مع جسيمات غاما .

نصف البدر

HALF-MOON

في علم الفلك : قمر أو سيار في الربع الأول أو الأخير .

النطاق

ALNITAK

نجم هو زيتا الجوزاء . في كوكبة الجوزاء ثلاثة نجوم مصطفة على وسطها وتسميها العرب منطقة الجوزاء أو نطاق الجوزاء فأخذ الافرنج كلمة المنطقة Mintaka وسموا بها النجم المتقدم

منها وأخذوا الاسم الثاني أي النطاق وسموا به أقربها إلى الأفق أما الاسم الثالث فقرأوه النظام ثم قبلوا الظاء لأمأ وقالوا التلام Alnilam وسموا به الأوسط من هذه النجوم .

نظام إرشاد إشعاعي

RADIO RANGE

إشارات إشعاعية ثابتة لتحديد انحراف السير .

نظرية الكم

QUANTUM THEORY

مجموعة نظريات وقواعد وطرق تلت إدخال بلانك نظرية في الفيزياء الذرية ونظرية الإشعاع .

نظرية النسبية

RELATIVITY THEORY

في الفيزياء : نظرية أينشتين القائلة بأن الزمان يختلف بالنسبة إلى مراقبين يتحرك كل منهما بالنسبة إلى الآخر .

نعيم

CRUX

كوكبة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تتألف من أربعة نجوم ساطعة وسبعة أخرى دونها ضياء . الفرع الطويل من نعيم (النجمان ألفا وغما) متجه نحو القطب الجنوبي . من اسمائه الصليب الجنوبي وعرش قيصر .

ألفا نعيم : نير نعيم Crux

النفاث الكهربيائي

ELECTROJET

تيار يتحرك في طبقة متأينة بأعلى الغلاف الجوي . تتحرك النفاثات الكهربيائية حول خط الاستواء تابعة بقع الشمس الداخلية وكذلك في المناطق القطبية حيث تسبب ظاهرة الأشفاق القطبية والنشاط الشمسي هو الذي يسبب هذه النفاثات بشكل عام .

النفاض

CUMULUS

سحاب مؤلف من عنقايد نجوم مدورة ذات قاعدة مسطحة .

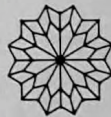
نقطة تلاقي النيازك

RADIANT

في علم الفلك : نقطة في الكرة السماوية يبدو أن النيازك تنطلق منها .

NUCLEUS	إيتا النهر : أدحي النعام
النواة	
	في الفيزياء : الجزء المركزي من الذرة المؤلف من بروتونات ونيوترونات وفيه تتجمع كتلتها .
	في علم الفلك : الجزء المركزي من كلف شمسي او الجزء الكثيف من رأس المذنب وهو أكثر الأجزاء ضياءً .
LIBRATION	النودان
	في علم الفلك : هو الميسان . أنظره .
CASTOR	نير التوأمين
	نجم هو ألفا التوأمين قدره ١,٦ وفئة طيفه صفراء . من أسائه : رأس أفلون . .
ALPHA EQUILEI	نير قطعة الفرس
	نجم هو ألفا قطعة الفرس يقال له نير قطعة الفرس .
ACRUX	نير نعيم
	النجم النير في نعيم أي الصليب الجنوبي .
NAIKUZ	النيروز
	أول السنة عند الفرس وهو وقت نزول الشمس أول الحمل .
METEOR	النيزك
	في علم الفلك : جرم سماوي يدخل جو الأرض من الفضاء بسرعة تجعله يلتهب .
NEUTRON	النيوترون
	في الفيزياء : احد الجسيمات المقومة لنواة الذرة وليست له شحنة كهربائية .

PERIHELION	نقطة الذنب
	في علم الفلك : النقطة الأقرب إلى الشمس في مدار سيار أو مذنب .
APHELION	نقطة الرأس
	في علم الفلك : أبعد نقطة في مدار سيار عن الشمس .
NODE	نقطة اللقاء
	في علم الفلك : نقطة تقاطع مداري جرمين سماويين .
TELEPORTATION	النقل عن بعد
	نقل جسم مادي عبر الفضاء على طريقة نقل الصور بواسطة التلفزيون .
ANTIPODE	النقيض
	في الجغرافيا : الأجزاء الواقعة على الجهة المقابلة من الكرة الأرضية .
CIRROCUMULUS	التمر
	سحاب مؤلف من صفوف أو مجموعات من الغيوم الصغيرة الشبيهة بالصوف .
ERIDANUS	النهر
	كوكبة واسعة في نصف الكرة السماوية الجنوبي تتألف من نجوم أقدارها تتراوح بين الثالث والرابع .
	ألفا النهر : آخر النهر
	بيتا النهر : كرسي الجوزاء المقدم
	غما النهر : نير الزورق
	ثيتا النهر : الظليم



CRESCENT

الهِلال
في علم الفلك : غرة القمر إلى سبع ليال من الشهر والقمر في آخر الشهر من ليلة السادس والعشرين منه إلى آخره .

COMA BERENICES

الهلبة

كوكبة شالية هي الذؤابة . اطلها .

HELIOMETER

الهليومتر

آلة لقياس حجم الشمس الظاهري .

INDUS

الهندي

كوكبة صغيرة مولدة في نصف الكرة الساوية الجنوبي تقع جنوبي رجل الرامي وتسمى أيضاً الطائر الهندي .

ALHENA

الهنعة

المنزل السادس من منازل القمر ويتألف من غما وبسي التوامين .

HOMOSPHERE

الهوموسفير

جزء من غلاف الأرض الجوي تتكون أغليته من ذرات وجزيئات توجد بالقرب من سطح الأرض وتحفظ خلال امتداد الغلاف كله بالنسب ذاتها من الأكسجين والنيتروجين والغازات الأخرى .

HYPERION

هيريون

أحد توابع زحل الصغرى وهو من أصغرها .

HIDALGO

هيدالغو

أحد السيارات الصغرى الكائنة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري له مسار غير دائري يحمله إلى مقربة من مدار زحل .

HELIOSTAT

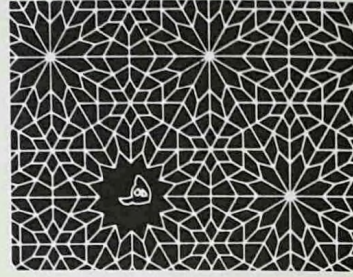
الهيليوستات

في علم الفلك : سيلوستات شمسي تعكس فيه ضوء الشمس مرآة متحركة توجهه من خلال نفق إلى مرآة مقعرة ثم إلى مرآة مسطحة حتى يصل أخيراً إلى مطياف .

CONFIGURATION

الهيئة

في علم الفلك : الوضع أو المظهر النسبي للأجرام السماوية كمجموعات .



Digitized by Ahmed Barod



HALO

الهالة

في علم الفلك : دائرة القمر ، وهي دائرة مضيئة تحيط بالقمر ناجمة عن انكسار الضوء الذي يخترق بلورات الجليد العالقة في الغيوم العالية وهي كالظفاوة لدائرة الشمس .

SOFT LANDING

الهبوط الناعم أو اللين

هبوط على القمر أو على جرم سماوي آخر ببطء بحيث يتلافى تحطيم المركبة الهابطة .

HETEROSPHERE

الهيتروسفير

الجزء من أعلى غلاف الأرض الجوي الذي تكون فيه نسب الأكسجين والنيتروجين والغازات الأخرى غير محددة وغير ثابتة وتكون فيه الإشعاعات الدقيقة مختلطة مع جسيمات الهواء .

HERMES

هرمس

أحد السيارات الصغرى الموجودة في الفجوة الواقعة بين المريخ والمشتري لا يتعدى قطره كيلومتراً واحداً . وهو يمر أحياناً على بعد ٧٨٠٠٠٠ كلم من الأرض أي أقل من ضعف المسافة بين الأرض والقمر كما حدث ذلك عام ١٩٣٧ .

ASTRONOMICAL UNIT

الوحدة الفلكية

متوسط المسافة بين الأرض والشمس وهي تعادل
٩٢٩٠٧٠٠٠ ميل .

MONOCEROS

وحيد القرن

كوكبة استوائية مولدة مؤلفة من نجوم متفرقة
واقعة بين الكلب الأكبر والكلب الأصغر .
الرأس تحت رجل التوأمين والذنب تحت رأس
الشجاع وزبانة السرطان .

SOLAR TIME

الوقت الشمسي

وقت يقاس بالإستناد إلى الحركة الظاهرة
للشمس حول الأرض .

FUEL

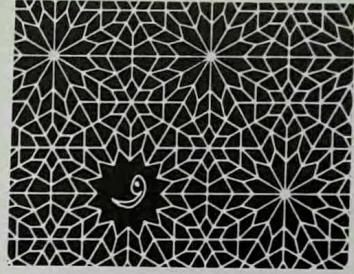
الوقود

كل مادة تستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية .

الوقود الكيميائي

CHEMICAL FUEL

وقود يحتاج لمؤكسد يؤمن احتراقه أو يولد دفعا
مثل الوقود السائل أو الجاف للصواريخ ووقود
النفاثات ووقود محركات الاحتراق الداخلي .



PHASE

الوجه

في علم الفلك : كل من المظاهر المختلفة التي
يظهر بها سيار لنا خلال مدة دورانه المداري
كأوجه القمر .



منتظم أو أن قدرة سطحه على عكس الضوء ليست واحدة في جميع أجزائها .

IO

يو

أحد توابع المشتري الساطعة اكتشفه غاليليو عام ١٦٠٩ وسيمون ماريوس في السنة ذاتها . قريب الشبه بالقمر من حيث الحجم والكثافة له جو رقيق وطبقة مؤينة تؤثر على البث اللاسلكي من المشتري لأنها تدور عبر القسم الخارجي من غلاف المشتري المشحون .

اليوم الشمسي

SOLAR DAY

في علم الفلك : مسافة من الوقت تقع بين عبورين متتاليين للشمس في هاجرة نقطة ما .

اليوم النجمي

SIDEREAL DAY

اليوم الفلكي ويبلغ ثلاث وعشرين ساعة وست وخمسين دقيقة و ٤,٠٩ ثوان .

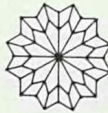


ي

IAPETOS

يابيتوس

أحد توابع زحل الصغرى يكون أكثر ضياء عند وقوعه غربي السيار مما يكون عليه عند وقوعه شرقيّه . قد يكون دورانه متزامناً وشكله غير





صور الكوكبات الرئيسية
المعروفة قديما
كما ظهرت في كتاب

« صور الكواكب الثانية
والاربعين »

تأليف ابي الحسين عبد الرحمان بن عمر
الرازي (المتوفى سنة ٣٧٦ هـ / ٩٨٦ م)
المعروف بالصوفي .

SAGGITARIUS

لابي الحسين الصوفي

صُورُ الْكَوَاكِبِ

صُورَةُ الرَّحْمٰنِ عَلَى مَا تُرَىٰ فِي السَّمَاءِ

الشمال



OPHIUCHUS AND SERPENS

صور الكواكب
لاي الحسين الصوفي
صورة الحوا والحية على ما ترى في السماء

الشمال

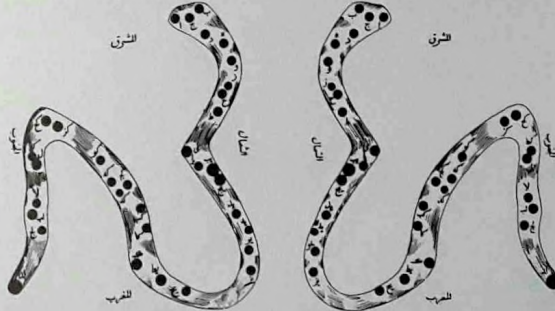


لاي الحسين الصوفي

ERIDANUS

صورة النهر على ما ترى في السماء

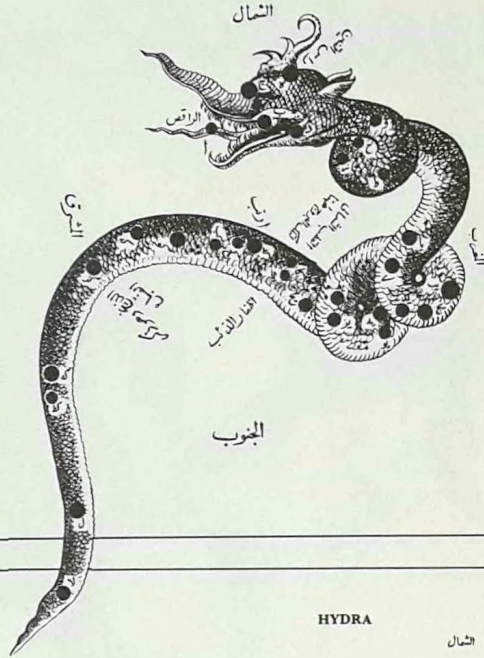
صور الكواكب
صورة النهر على ما ترى في الكواكب



DRACO

صور الكوكب
لاي الحسين السوفى

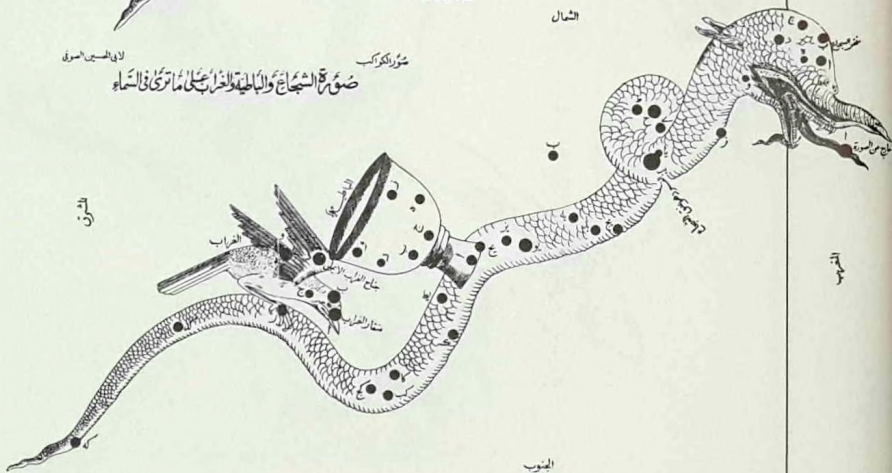
صور التنين على ما ترى في السماء



HYDRA

صور الكوكب
لاي الحسين السوفى

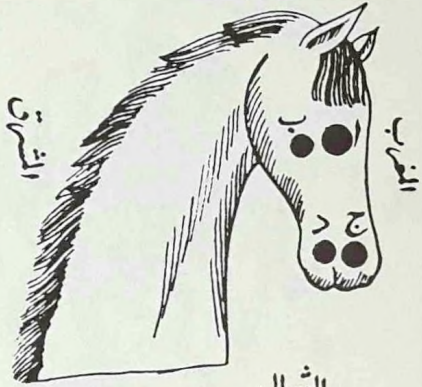
صور الشجاع والياحية والخر على ما ترى في السماء





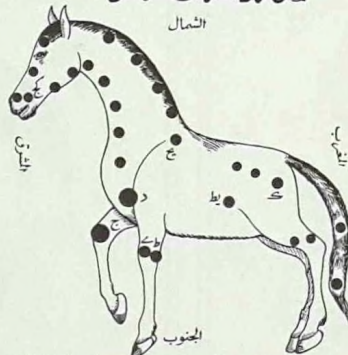
صُور الكواكب

الشمال



الشمال

صورة الفرس الكامل (أ)



١١. هذه الصورة صائفة من رب كيتا موزونة في (ص) و (ع) و (ا) بلا جدول ولا اطار
البرق في النسخ الثلاث عينا كما وجدناها في نحو النظم التي في داخل القوس هي في غ قطع وليست
في صف ولا في ا. .

CANCER

صُورَةُ السَّوْطَانِ عَلَى مَا تَرَى فِي السَّمَاءِ



صُورَةُ الْكَوَاكِبِ لَا بِي السَّيْنِ الصَّوْنِي

صُورَةُ السَّوْطَانِ عَلَى مَا تَرَى فِي الْكَرَّةِ



URSA MAJOR

صُورَةُ الْكَوَاكِبِ لَا بِي السَّيْنِ الصَّوْنِي

صُورَةُ الذِّبِّ الْأَكْبَرِ عَلَى مَا تَرَى فِي السَّمَاءِ



URSA MINOR

صُورَةُ الْكَوَاكِبِ لَا بِي السَّيْنِ الصَّوْنِي

وَهَذِهِ صُورَةُ الذِّبِّ الْأَصْغَرِ عَلَى مَا تَرَى فِي الْكَرَّةِ

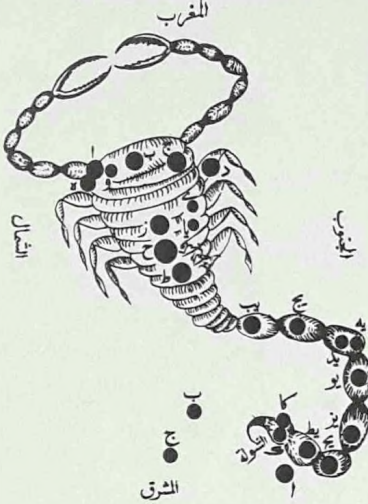


SCORPIUS

لاني الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة العقرب على ما ترى في الكرة صورة العقرب على ما ترى في السماء



CANIS MINOR

لاني الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة الكلب الاصغر على ما ترى في الكرة



صورة الكلب الاصغر على ما ترى في السماء



CANIS MAJOR

لاني الحسين الصوفي

صور الكواكب

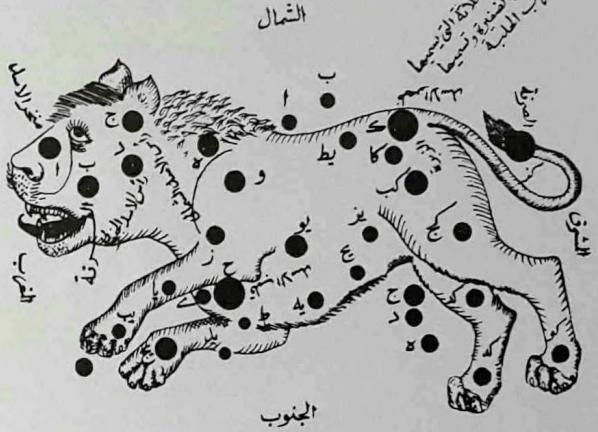
صورة الكلب الاكبر على ما ترى في الكرة



صورة الكلب الاكبر على ما ترى في السماء



صورة الكواكب
لاي الحسين الصوفي
صورة الأسد على ما ترى في الكماثر

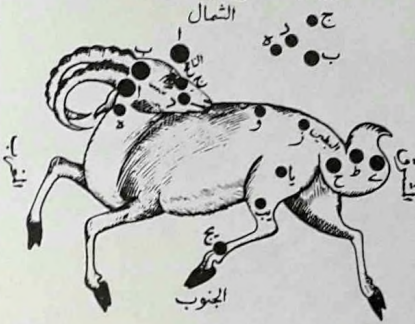


ARIES

لاي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة الحمل على ما ترى في الكرة



صورة الحمل على ما ترى في السماء



CAPRICORNUS

لاي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة الجدي على ما ترى في الكرة

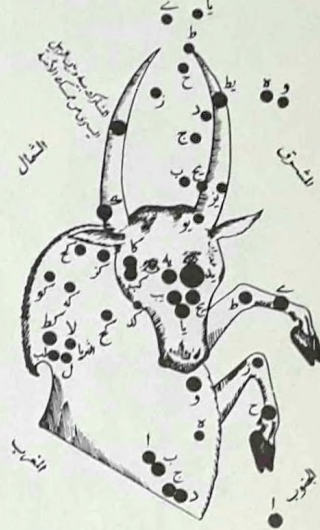


صورة الجدي على ما ترى في السماء

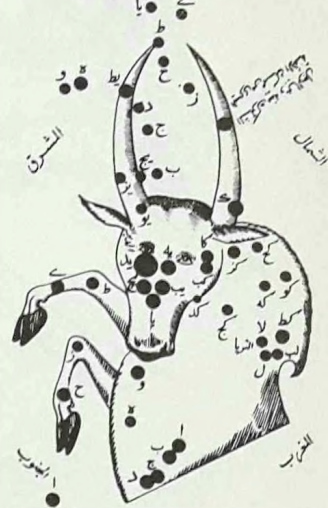


TAURUS

صورة الكواكب
لاي الصين الصوفي
صورة الثور على ما ترى في الكرة

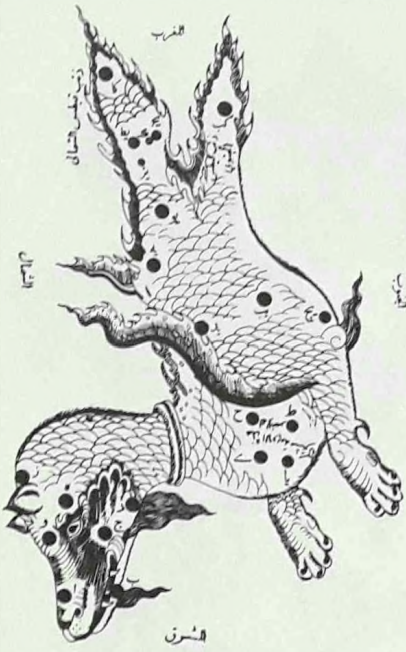


صورة الثور على ما ترى في السماء



CETUS

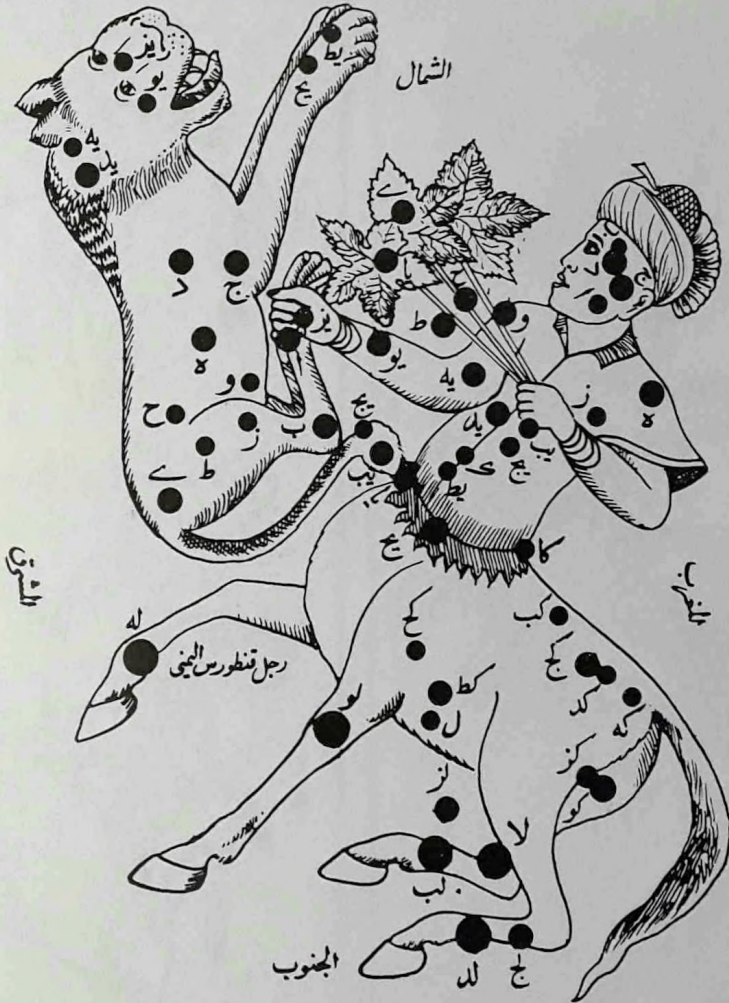
صورة الكواكب
لاي الصين الصوفي
صورة قيطس على ما ترى في السماء



لابي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة قنطورس والسبع على ما ترى في السماء



CEPHEUS

لابي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة قيفاوس على ما ترى في السماء



BOOTES

لابي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة العوا على ما ترى في السماء

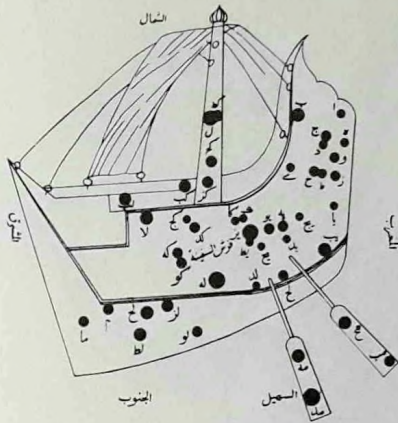


ARGO NAVIS

لاي العيسين الصوفي

صور الكوكب

صورة السفينة على ما ترى في السماء



PERSEUS

لاي العيسين الصوفي

صور الكوكب

صورة برشاوش على ما ترى في السماء

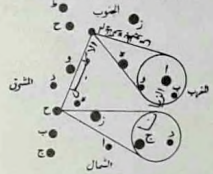


LIBRA

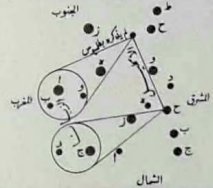
لاي العيسين الصوفي

صور الكوكب

صورة الميزان على ما ترى في السماء



صورة الميزان على ما ترى في السماء



ORION

لاي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة الجبار على ما ترى في السماء

صورة الجبار على ما ترى في الكرة



TRIANGULUM

لاي الحسين الصوفي

صور الكواكب

صورة المثلث على ما ترى في السماء

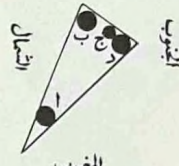
صورة المثلث على ما ترى في الكرة

الشرق

الشرق



(أ) سقط بيان هذه الكوكبة مع الصورة والمجدول من (أ).

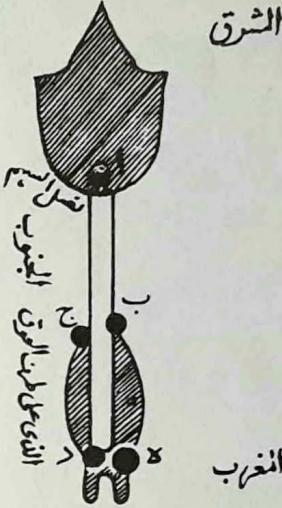


(أ) سقط بيان هذه الكوكبة مع الصورة والمجدول من (أ).

SAGITTA

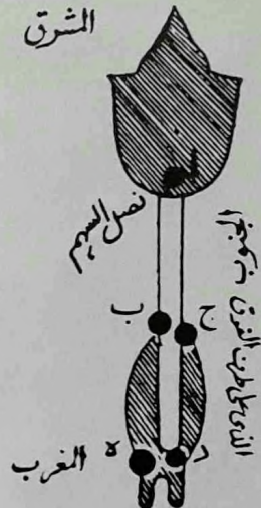
لابي الحسين الصوفي

صُورَةُ السِّهْمِ عَلَى مَا تَرَى فِي السَّمَاءِ
الشرق



صور الكواكب

صُورَةُ السِّهْمِ عَلَى مَا تَرَى فِي الكَرَّةِ
الشرق



CORONA BOREALIS

لابي الحسين الصوفي

الفكّة وهي كوكبة الأكليل الشمالي على ما تَرَى فِي السَّمَاءِ
الشمال



لابي الحسين الصوفي

الفكّة وهي كوكبة الأكليل الشمالي على ما تَرَى فِي الكَرَّةِ
الشمال



CRATER

صورة الكواكب
لأبي الحسين الصوفي
صورة الباطية على ما ترى في الكرة



صورة الباطية على ما ترى في السماء

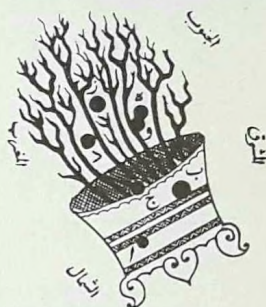


ARA

صورة الكواكب
لأبي الحسين الصوفي
صورة المجمر على ما ترى في الكرة

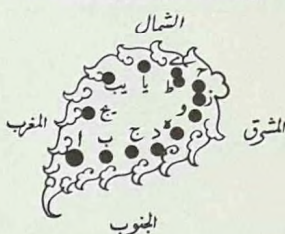
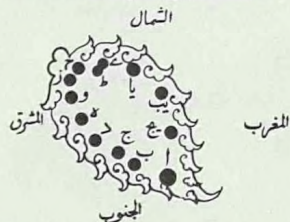


صورة المجمر على ما ترى في السماء



CORONA AUSTRALIS

صورة الكواكب
لأبي الحسين الصوفي
صورة الأكليل الجنوبي على ما ترى في الكرة



AQUILA

لابي الحسين الصوفي

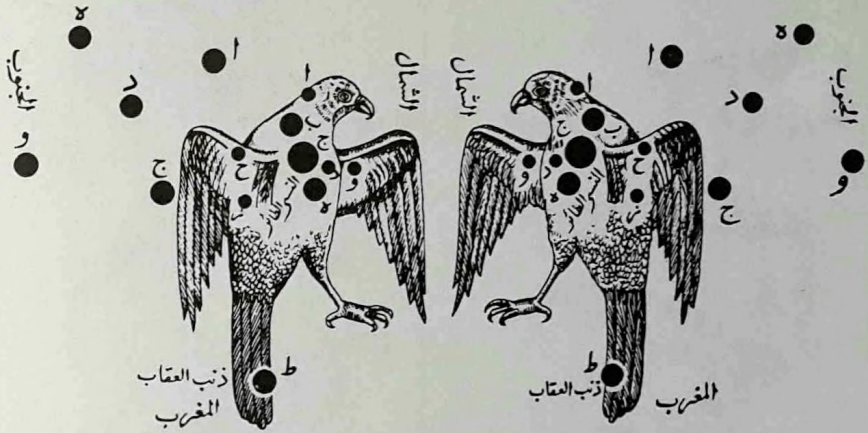
صورة العقاب على ماترى فى الكثرة
صورة العقاب على ماترى فى السماء

سُورَةُ الْكَوَاكِبِ

صُورَةُ الْعُقَابِ عَلَى مَا تَرَى فِي الْكُرَةِ

المشرق

● الشرق



ط
ذنب العقاب
المغرب

المغرب

CYGNUS

لا بى الحسين الصوفى

صورة الكواكب
لأبي الحسين العوفي
صورة الدجاجة على ما ترى في السماء

صور الكواكب

الجنوب

منقار والدجاجة



الشمال

الخبر

الشرق

CORVUS

لاي الحسين الصوفي

صورة الغراب على ما ترى في السماء



صورة الكواكب

صورة الغراب على ما ترى في الكسرة



ANDROMEDA

لاي الحسين الصوفي

صورة المرأة سيمكة اخرى مع السلسلة



ANDROMEDA

لاي الحسين الصوفي

صورة المرأة سيمكة اخرى مع السلسلة



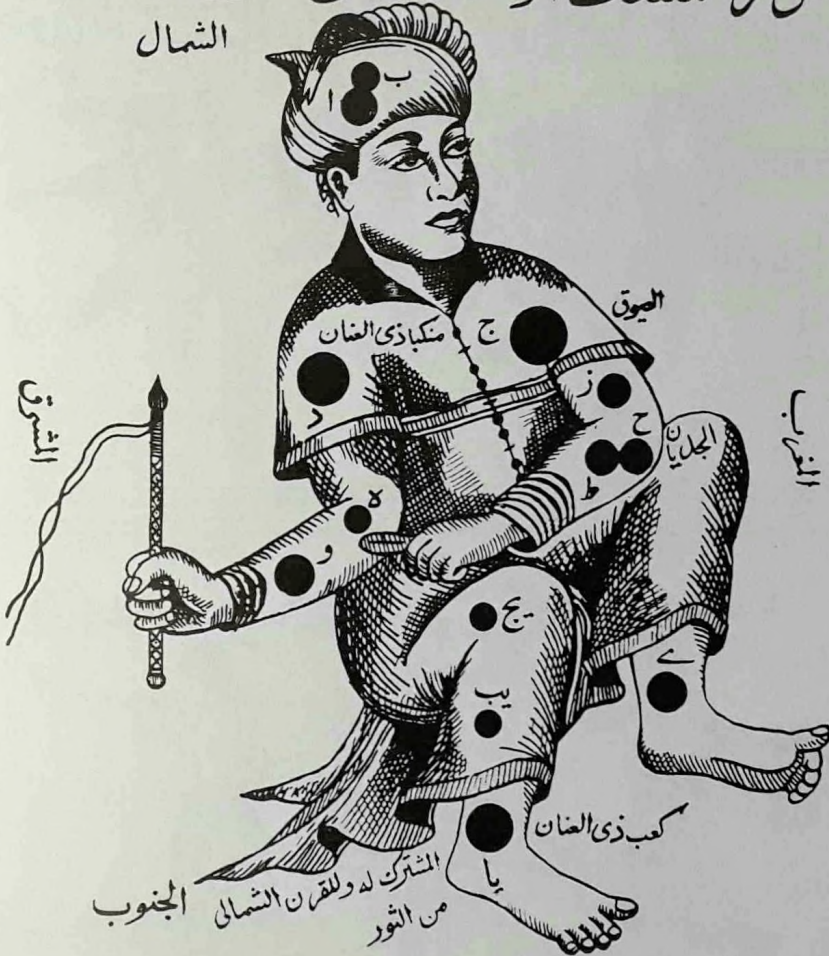
AURIGA

لابي الحسين الصوفي

صُور الكواكب

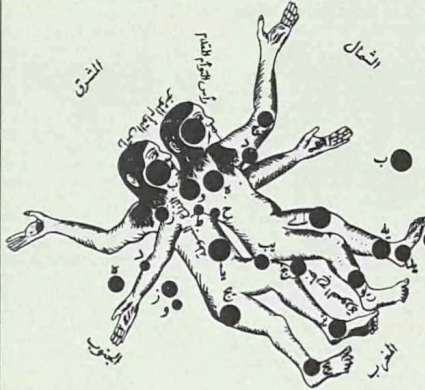
صورة ممسك الأعنة على ما ترى في السماء

الشمال

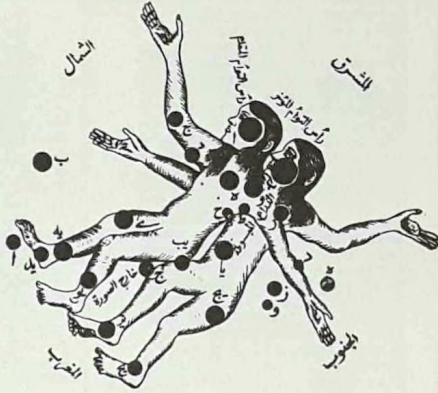


GEMINI

صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة التوأمین علی ماتری فی السماء



صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة التوأمین علی ماتری فی الكرة



LYRA

صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة الشلیاق علی ماتری فی الكرة



صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة الشلیاق علی ماتری فی السماء



LEPUS

صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة الارنب علی ماتری فی الكرة



صور الكواكب
لاي الحسین الصوفي
صورة الارنب علی ماتری فی السماء



الرسوم :

Art Editors

Angela Downing; George Glaze; James Marks; Mel Peterson; Ruth Prentice; Bob Scott

Visualizers

David Aston; Javed Badar; Allison Blythe; Angela Braithwaite; Alan Brown; Michael Burke; Alistair Campbell; Terry Collins; Mary Ellis; Judith Escreet; Albert Jackson; Barry Jackson; Ted Kindsey; Kevin Maddison; Erika Mathlow; Paul Mundon; Peter Nielson; Patrick O'Callaghan; John Ridgeway; Peter Saag; Malcolm Smythe; John Stanyon; John Stewart; Justin Todd; Linda Wheeler

Artists

Stephen Adams; Geoffrey Alger; Terry Allen; Jeremy Alsford; Frederick Andenson; John Arnold; Peter Arnold; David Ashby; Michael Badrock; William Baker; John Barber; Norman Barber; Arthur Barvoso; John Batchelor; John Bavosi; David Baxter; Stephen Bernette; John Blagovitch; Michael Blore; Christopher Blow; Roger Bourne; Alistair Bowtell; Robert Brett; Gordon Briggs; Linda Broad; Lee Brooks; Rupert Brown; Marilyn Bruce; Anthony Bryant; Paul Buckle; Sergio Burelli; Dino Bussetti; Patricia Casey; Giovanni Casselli; Nigel Chapman; Chensie Chen; David Chisholm; David Cockcroft; Michael Codd; Michael Cole; Gerry Collins; Peter Connelly; Roy Coombs; David Cox; Patrick Cox; Brian Cracker; Gordon Cramp; Gino D'Achille; Terrence Daley; John Davies; Gordon C. Davis; David Day; Graham Dean; Brian Delf; Kevin Diaper; Madeleine Dinkel; Hugh Dixon; Paul Draper; David Dupe; Howard Dyke; Jennifer Eachus; Bill Easter; Peter Edwards; Michael Ellis; Jennifer Embleton; Ronald Embleton; Ian Evans; Ann Evans; Lyn Evans; Peter Fitzjohn; Eugene Flurey; Alexander Forbes; David Carl Forbes; Chris Fosey; John Francis; Linda Francis; Sally Frend; Brian Froud; Gay Galtworthy; Ian Garrard; Jean George; Victoria Goaman; David Godfrey; Miriam Golochoy; Anthea Gray; Harold Green; Penelope Greensmith; Vanna Haggerty; Nicholas Hall; Horgrove Hans; David Hardy; Douglas Harker; Richard Hartwell; Jill Haverdale; Peter Hayman; Ron Haywood; Peter Henville; Trevor Hill; Garry Hinks; Peter Hutton; Faith Jacques; Robin Jacques; Lancelot Jones; Anthony Joyce; Pierre Junod; Patrick Kaley; Sarah Kensington; Don Kidman; Harold King; Martin Lambourne; Ivan Lapper; Gordon Lawson; Malcolm Lee-Andrews; Peter Levaffeur; Richard Lewington; Brian Lewis; Ken Lewis; Richard Lewis; Kenneth Lilly; Michael Little; David Lock; Garry Long; John Vernon Lord;

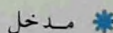
Vanessa Luff; John Mac; Lesley MacIntyre; Thomas McArthur; Michael McGuinness; Ed McKenzie; Alan Male; Ben Manchipp; Neville Mardell; Olive Marony; Bob Martin; Gordon Miles; Sean Milne; Peter Mortar; Robert Morton; Trevor Muse; Anthony Nalhorpe; Michael Neugebauer; William Nickless; Eric Norman; Peter North; Michael O'Rourke; Richard Orr; Nigel Osborne; Patrick Oxenham; John Painter; David Palmer; Geoffrey Parr; Allan Penny; David Penny; Charles Pickard; John Pinder; Maurice Pledger; Judith Leigh Pope; Michael Pope; Andrew Popkiewicz; Brian Price-Thomas; Josephine Rankin; Collin Rattray; Charles Raymond; Alan Rees; Elsie Rigley; John Ringnall; Christine Robbins; Ellie Robertson; James Robbins; John Ronayne; Collin Rose; Peter Sarson; Michael Saunders; Ann Savage; Dennis Scott; Edward Scott-Jones; Rodney Shackell; Chris Simmonds; Gwendolyn Simson; Cathleen Smith; Lesley Smith; Stanley Smith; Michael Soundels; Wolf Spoel; Ronald Steiner; Ralph Stobart; Celia Stothard; Peter Sumpter; Rod Sutterby; Allan Suttie; Tony Swift; Michael Terry; John Thirsk; Eric Thomas; George Thompson; Kenneth Thompson; David Thorpe; Harry Titcombe; Peter Town; Michael Trangenza; Joyce Tuhill; Glenn Tuttsel; Carol Vaucher; Edward Wade; Geoffrey Wadsley; Mary Waldron; Michael Walker; Dick Ward; Brian Watson; David Watson; Peter Weavers; David Wilkinson; Ted Williams; John Wilson; Roy Wiltshire; Terrence Wingworth; Anne Winterbotham; Albany Wiseman; Vanessa Wiseman; John Wood; Michael Woods; Owen Woods; Sidney Woods; Raymond Woodward; Harold Wright; Julia Wright

Studios

Add Make-up; Alard Design; Anyart; Arka Graphics; Artec; Art Liaison; Art Workshop; Bateson Graphics; Broadway Artists; Dateline Graphics; David Cox Associates; David Levin Photographic; Eric Jewel Associates; George Miller Associates; Gilcrest Studios; Hatton Studio; Jackson Day; Lock Pattersen Ltd; Mitchell Beazley Studio; Negs Photographic; Paul Hemus Associates; Product Support Graphics; Q.E.D. (Campbell Kindley); Stobart and Sutterby; Studio Briggs; Technical Graphics; The Diagram Group; Tri Art; Typographics; Venner Artists

Agents

Artist Partners; Freelance Presentations; Garden Studio; Linden Artists; N.E. Middletons; Portman Artists; Saxon Artists; Thompson Artists



Sir Bernard Lovell, FRS.

Professor of Radio Astronomy,
University of Manchester,
Director of the Experimental Station,
Jodrell Bank

The quotation by C. G. Jung in Miguel Serrano's "The Farewell", C. G. Jung and Hermann Hesse, (1966), on page 159 is by kind permission of the publishers, Routledge and Kegan Paul Ltd. The quotation from Andre Gide's *The Journals of Andre Gide* on page 159 is by kind permission of the publishers, Martin Secker and Warburg Ltd.

Barnard/Royal Astronomical Society; [7] E. M. Lindsay/Royal Astronomical Society; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] Royal Greenwich Observatory. **218-19** [Key] Butler/Royal Astronomical Society; [4] D. McLean/Royal Astronomical Society/Kitt Peak Observatory; [5] T. J. C. A. Moseley; [7] Patrick Moore Collection; [8] Source unknown; [9] Institute of Meteorites, New Mexico; [10] Source unknown; [11] Novosti Press Agency; [12] Source unknown; [13] Source unknown. **220-1** [Key] Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux; [2a] P. Daly; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **222-3** [Key] W. M. Baxter; [2a, b, c] Roberts/Royal Astronomical Society; [4] Patrick Moore Collection; [5] NASA; [6] NASA. **224-5** [2] NASA; [4] H. Brinton; [5] NASA; [6] A. Kung; [7] NASA; [8] NASA; [9] NASA. **226-7** [1] P. Gill; [2] J. McBain/Patrick Moore Collection; [4] H. R. Hatfield; [5] H. R. Hatfield. **228-9** [1] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **230-1** [Key] H. R. Hatfield; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5a] Source unknown; [6a] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **232-3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [1] us Naval Observatory; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **234-5** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3a, b] Royal Astronomical Society. **236-7** [Key] A. s, 6a, 15a] H. R. Hatfield. **238-9** [Key] Mount Stromlo Observatory, Australia; [2] Patrick Moore Collection; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and

Palomar. **240-1** [1] K. G. Malin-Smith; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Source unknown; [9] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [10] T. J. C. A. Moseley; [11] Patrick Moore Collection. **242-3** [2] us Naval Observatory; [3] K. G. Malin-Smith; [4] H. R. Hatfield; [5] K. G. Malin-Smith; [7] Royal Astronomical Society; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] us Naval Observatory; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **244-5** [Key] Carnegie Institute Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Carnegie Institute, Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] us Naval Observatory; [8] Lund Observatory. **246-7** [1] Carnegie Institute, Washington/Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] us Naval Observatory; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Mount Stromlo Observatory, Australia; [6] Royal Astronomical Society; [7] Radcliffe Observatory. **248-9** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Lick Observatory; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [8] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [9] Lick Observatory; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [12] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [13] us Naval Observatory; [14] us Naval Observatory; [15] us Naval Observatory; [16] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **250-1** [1] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] us Naval Observatory; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and

Palomar; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6a, b] Royal Greenwich Observatory; [7] Source unknown; [8] Source unknown. **252-3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [2] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [3] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [4] us Naval Observatory; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. **254-5** [4] Photoresearch; [5a-f] Photoresearch; [6a] Snark International; [7] Source unknown. **258-9** [1] Patrick Moore Collection; [2] Patrick Moore Collection; [3] NASA; [4] Novosti Press Agency; [5] Novosti Press Agency; [6] Novosti Press Agency; [7] NASA; [8] NASA; [9] Photri; [10] Photri; [11] Photri; [12] NASA; [13] Novosti Press Agency; [14] NASA; [15] Photri; [16] Photri; [17] Photri; [18] Novosti Press Agency. **270-1** [Key] Patrick Moore Collection. **272-3** [Key] NASA; [1] by permission of Madame Malthete Melles/Copyright S.P.A.D.E.M. Paris 1976; [2] Royal Astronomical Society. **274-5** [Key] NASA; [1] Photri. **278-9** [Key] Patrick Moore Collection. **282-3** [Key] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar.

Colour photographs credited above to Hale Observatories are copyright by the California Institute of Technology and the Carnegie Institute of Washington.

Colour Library; [3] Popperfoto; [4] Camera Press; [6] Camera Press; [7] Ronan Picture Library. 76-7 [Key] Adam Woolfitt/Susan Griggs Picture Agency; [2] Spectrum Colour Library; [3A] Spectrum Colour Library; [4] Photri; [5] Spectrum Colour Library; [9] Institution of Civil Engineers. 78-9 [Key] Hawker Siddeley Aviation; [18] Spectrum Colour Library; [4] Picturepoint; [6] Spectrum Colour Library. 80-1 [2] Lyn Cawley. 82-3 [5] David Strickland; [6] David Strickland; [7] Fabbri. 84-5 [Key] Picturepoint; [2] Picturepoint; [48] Camera Press; [7] Photri. 86-7 [2] Shell Photographic Library; [5] Picturepoint; [6] CERN; [7] Graeme French; [8] David Levin; [9] David Levin. 88-9 [Key] Ron Boardman; [4] Construction News; [5] K. Helbig/ZEFA; [6] Picturepoint; [8] Gerry Cranham. 90-1 [Key] Mansell Collection; [8] B.O.C. Ltd. 92-3 [1] Photri; [2] Photri; [3] Paul Brierley. 94-5 [2A] Air Products & Chemicals Inc; [4A] Paul Brierley; [48] Paul Brierley; [5A] CERN. 96-7 [Key] De Beers Industrial Diamond Division; [1A] Picturepoint; [18] Paul Brierley/Daly Instruments; [2] Paul Brierley/British Aluminium Co; [3] Ford Motor Co; [4A] Joseph Lucas Ltd; [48] Joseph Lucas Ltd; [5] Paul Brierley/RCA; [6] Paul Brierley/Southampton University; [7] Photri. 98-9 [Key] Ronan Picture Library; [1] Spectrum Colour Library. 102-3 [3] Bob Croxford; [6] David Strickland; [8A] David Strickland; [8B] David Strickland; [9] David Strickland. 104-5 [Key] Horst Munzig/Susan Griggs Picture Agency; [3] Victor Englebert/Susan Griggs Picture Agency; [4] Paul Brierley. 106-7 [Key] Ronan Picture Library; [5] Photri. 108-9 [Key] Science Museum; [5] Spectrum Colour Library; [7] Spectrum Colour Library; [8] Picturepoint; [10] Courtesy of the GPO. 110-11 [Key] Paul Brierley; [7A] Paul Brierley/Welding Institute; [78] William Vandivert; [7C] William Vandivert. 114-15 [9] Central Electricity Generating Board. 116-17 [Key] The Royal Institution; [5] Mansell Collection. 118-19 [Key] Professor E. Laithwaite; [5]

Spectrum Colour Library. 120-1 [1] Imperial War Museum; [10] Cubestore Ltd. 122-3 [4E] Otis Elevators Ltd; [7] Paul Brierley/Lintrol/Imperial College. 124-5 [Key] W. Canning & Co Ltd; [1] Paul Brierley; [2] A.S.E.A.; [5] A.S.E.A.; [8] Monitor. 126-7 [2A] David Levin; [2E] Paul Brierley/UKAEA Culham Lab; [6A] David Levin; [6E] Central Electricity Generating Board; [8] Spectrum Colour Library. 128-9 [8A] David Levin; [9A] Marshall Cavendish/Kim Sayer; [10A] Paul Brierley; [10B] Paul Brierley. 130-1 [Key] Mullard Valves Ltd; [5A] David Levin; [5E] David Levin. 132-3 [Key] Paul Brierley; [2] Chris Steele-Perkins/Science Museum. 134-5 [6] uk Atomic Energy Authority; [7] Paul Brierley/STL Research. 136-7 [Key] Cooper Bridgeman; [2] Picturepoint; [3] David Levin; [4] Picturepoint; [5] National Gallery; [6] Michael Holford; [9] Mary Evans Picture Library. 138-9 [1] Popperfoto; [7] Shell Photographic Library; [8] Photri; [9A] Kim Sayer; [9B] Kim Sayer. 140-1 [Key] David Strickland; [4] ZEFA; [6] Dr J. Holloway/Leicester University/courtesy Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA; [12] Source unknown. 142-3 [Key] David Strickland; [3] Radio Times Hulton Picture Library; [4] Spectrum Colour Library; [7] A. F. Kersting; [8] Citroen. 144-5 [Key] Picturepoint; [3] Spectrum Colour Library; [4] Paul Brierley; [6] Dead Sea Works; [7] Spectrum Colour Library. 146-7 [Key] Paul Brierley. 148-9 [Key] Mansell Collection; [1] Ronan Picture Library; [3] Vitatron uk Ltd. 150-1 [Key] Paul Brierley; [1] Paul Brierley; [2] Paul Brierley. 154-5 [Key] Colorsport; [4] P. H. Ward/Natural Science Photos. 156-7 [Key] Dr Robert Horne; [4A-c] Sir John Kendrew; [5] Dr Audrey Glavert; [8] Daily Telegraph Colour Library. 161 Photri. 162 NASA. 163 Photri. 164-5 [Key] Patrick Moore Collection. 166-7 [8] Patrick Moore Collection. 168-9 [6] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [7] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. 170-1 [Key] Patrick Moore Collection; [1]

Novosti Press Agency; [2] Australian Information Service; [3] Lick Observatory; [4A] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Patrick Moore Collection; [6] us Naval Observatory. 172-3 [Key] Patrick Moore Collection; [2] J. Arthur Dixon/by courtesy of Sir Bernard Lovell; [3] P. Daly; [4] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [5] Lund Observatory; [7] us Naval Observatory. 178-9 [Key] Georgetown University Observatory; [4A] Ronan Picture Library; [48] Patrick Moore Collection; [6] Picturepoint; [7] H.R. Hatfield; [8] NASA; [9] NASA; [10] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [11] NASA; [12] NASA; [13] H. Brinton. 180-1 [Key] Royal Astronomical Society; [11] NASA; [12] NASA; [13] NASA; [14] NASA; [15] NASA; [16A-e] NASA. 182-3 [7A] Lick Observatory; [8] Royal Astronomical Society. 184-5 [Key] Fairchild Space and Defence Systems. 186-7 [Key] Novosti Press Agency; [1] NASA; [2] NASA; [3] NASA; [4] NASA; [5] NASA; [6] NASA; [7] NASA; [8] NASA. 188-9 [Key] Patrick Moore Collection; [4] NASA/Courtesy of Dr John Guest; [8] NASA; [9] NASA; [10] NASA; [11] NASA; [12] NASA. 190-1 [4] H.R. Hatfield; [5] NASA; [9] NASA; [10] NASA; [11A] NASA; [11B] NASA; [12] NASA. 192-3 [1A] NASA; [3] NASA. 194-5 [Key] NASA; [5A-o] C.F. Capen. 196-7 [Key] NASA; [4] NASA; [8] NASA; [9] Photri; [10] NASA. 200-1 All photographs NASA. 202-3 [2] NASA; [3A-c] NASA; [4A-c] NASA; [6] Photri; [7] NASA. 204-5 [1] Max Wolf/Royal Astronomical Society; [2] F. C. Acfield. 206-7 [5] G. P. Kuiper; [6] Lowell Observatory, Arizona. 208-9 [Key] H. E. Dall; [1, 2, 3, 4, 5] NASA. 210-11 [Key] us Naval Observatory; [7] Patrick Moore Collection; [8] H. R. Hatfield; [11] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar. 212-13 [4] G. P. Kuiper; [6A, 8] G. P. Kuiper; [7] G. P. Kuiper. 214-15 [4] G. P. Kuiper; [7] G. P. Kuiper; [9A, a] Patrick Moore Collection. 216-17 [Key] Source unknown; [5] Hale Observatories, Mount Wilson and Palomar; [6] E. E.

هيئة تحرير بهجة المعرفة تتوجه بالشكر إلى :

Nicolas Bentley
Bill Borchard
Adrianne Bowles
Yves Boisseau
Irv Braun
Theo Bremer
the late Dr Jacob Bronowski
Sir Humphrey Browne
Barry and Helen Cayne
Peter Chubb
William Clark
Sanford and Dorothy Cobb
Alex and Jane Comfort
Jack and Sharlie Davidson
Manfred Denner
Stephen Elliott
Stephen Feldman
Orsola Fenghi
Professor Richard Gregory
Dr Leo van Grunsven
Jan van Gulden
Graham Hearn
the late Raimund von
Hofmansthal
Dr Antonio Houaiss
the late Sir Julian Huxley
Alan Isaacs
Julie Lansdowne
Professor Peter Lasko
Andrew Leithead
Richard Levin
Oscar Lewenstein
The Rt Hon Selwyn Lloyd
Warren Lynch
Simon macLachlan
George Manina
Stuart Marks
Bruce Marshall
Francis Mildner
Bill and Christine Mitchell
Janice Mitchell
Patrick Moore
Mari Pijnenborg
the late Donna Dorita
de Sa Puteh
Tony Ruth
Dr Jonas Salk
Stanley Schindler
Guy Schoeller
Tony Schulte
Dr E. F. Schumacher
Christopher Scott
Anthony Storr
Hannu Tarmio
Ludovico Terzi
Ion Trewin
Egil Tveteras
Russ Voisin
Nat Wartels
Hiroshi Watanabe
Adrian Webster
Jeremy Westwood
Harry Williams
the dedicated staff of MB
Encyclopaedias who created this
Library and of MB Multimedia
who made the IVR Artwork Bank.

الصور :

Every endeavour has been made to trace copyright holders of photographs appearing in *The Joy of Knowledge*. The publishers apologize to any photographers or agencies whose work has been used but has not been listed below.

Credits are listed in this manner: [1] page numbers appear first, in bold type; [2] illustration numbers appear next, in brackets, [3] photographers' names appear next, followed where applicable by the names of the agencies representing them.

16-17 Adam Woolfitt/Susan Griggs Picture Agency, 18 Fritz Goro/T.L.P.A. © Times Inc. 1976/Colorific; 19 Paul Brierley; 20-1 [3a] Spectrum Colour Library; [3a] Spectrum Colour Library; [5] Spectrum Colour Library; [6] Michael Holford; [7] Ronan Picture Library; 22-3 [4a] Ronan Picture Library; 24-5 [Key] Ronan Picture Library/Royal Astronomical Society; [1a] Trustees of the British Museum; [1a] Ronan Picture Library/E. P. Goldschmidt & Co Ltd; [1c] Ronan Picture Library; [5a] Ronan Picture Library/Royal Astronomical Society; [5a, 6a, a] Ronan Picture Library; 26-7 [Key] Paul Brierley; [1] Mary Evans Picture Library; [2] Anthony Howarth/Susan Griggs Picture Agency; [5] Ken Lambert/Bruce Coleman Ltd; [7] Cooper Bridgeman Library; [8] David Levin. 28-9 [Key] Hans Schmid/ZEFA; [4] Gerry Cranham; [8] Barnabys Picture Library; [9] David Levin. 30-1 [Key] Sally & Richard Greenhill; [2] David Levin; [4] Mansell Collection; [6a] David Levin; [9a] Racing Information Bureau; [9b] IBM. 32-3 [Key] Dr D. E. H. Jones; [1a] Dr D. E. H. Jones; [1b] Dr D. E. H. Jones; [1c] Paul Brierley; [2] Paul Brierley; [4] Fritz Goro/T.L.P.A. © Times Inc. 1976/Colorific; [6] Dr D. E. H. Jones; [7] Photri. 34-5 [Key] Spectrum Colour Library; [3] David Levin; [7] David Levin. 36-7 [Key] Dr D. E. H.

Jones; [5] Dr D. E. H. Jones. 38-9 [Key] Paul Brierley; [2] Spectrum Colour Library; [5] David Levin; [6a] David Levin; [6b] David Levin; [7] David Levin. 40-1 [Key] Pictor; [1a] David Levin; [8a] Barnabys Picture Library. 42-3 [Key] The Royal Institution; [1] Dr D. E. H. Jones; [3] Dr D. E. H. Jones; [4a] Spectrum Colour Library; [5] Dr D. E. H. Jones; [6a] ZEFA. 44-5 [Key] Dr D. E. H. Jones; [7] Dr D. E. H. Jones. 46-7 [Key] Art & Antiques Weekly; [8a] David Levin; [8b] Brian Coates/Bruce Coleman Ltd. 48-9 [Key] Institute of Electrical & Electronics Engineers Inc; [5] Dr D. E. H. Jones; [7] Dr D. E. H. Jones; [8] Dr D. E. H. Jones; [10] William MacQuitty. 50-1 [Key] R. K. Pillsbury/Bruce Coleman Ltd; [4] Ron Boardman; [5] Escher Foundation, The Hague; [6a] David Strickland; [8a] Spectrum Colour Library. 52-3 [Key] Dr D. E. H. Jones; [7] Dieter Buslau/Construction News. 54-5 [Key] A National Gallery; [Key] A National Gallery. 56-7 [Key] Paul Brierley/S.T.L. Research; [7] Barnabys Picture Library. 58-9 [Key] David Levin; [5] David Strickland. 60-1 [Key] Photri; [2] CERN; [3] Dr A. M. Field, Virus Reference Laboratory, Colindale; [4] Spectrum Colour Library; [5] Scale; [6] Spectrum Colour Library; [7] Photri. 62-3 [1] C. M. Dixon; [2] Ron Boardman; [5] Ronan Picture Library; [6] Solvay & Cie; [7] Popperfoto; [9] Bettmann Archive. 64-5 [Key] Photri; [1] Spectrum Colour Library; [2] Spectrum Colour Library; [3] Ronan Picture Library; [4a] Ronan Picture Library; [4b] Cavendish Laboratory; [7] Science Museum; [8] UK Atomic Energy Authority. 66-7 [1] F. Rust/ZEFA; [2] David Levin; [3] International Society for Educational Information, Tokyo; [4] American History Picture Library; [6] Photri; [8] Photri. 68-9 [Key] Photri; [1] Photri; [2] David Levin; [3] Photri; [5] Photri; [6] David Levin; [7] ZEFA. 70-1 [Key] John Walmsley; [3] Spectrum Colour Library; [5b] London Transport Executive; [6] David Strickland. 72-3 [3] Photri; [5b] David Levin. 74-5 [Key] Spectrum

Christopher Cviic BA(Zagreb),
BSc(Econ, London); Gordon Daniels
BSc(Econ, London), DPhil(Oxon);
George Darby BA, G.J. Darwin, Dr
David Delvin; Robin Denslow BA;
Professor Bernard L. Diamond; John
Dickson; Paul Dinnage MA, M.L.
Dockrill BSc(Econ), MA, PhD; Patricia
Dodd BA; James Dowdall; Anne Dowson
MA(Cantab); Peter M. Driver BSc, PhD,
MIBiol; Rev Professor C.W. Dugmore
DD; Herbert L. Edlin BSc, DipIn
Forestry; Pamela Egan MA(Oxon);
Major S.R. Elliot CD, BComm; Professor
H.J. Eysenck PhD, DSc; Dr Peter
Fenwick BA, MB, BChir, DPM,
MRCPsych; Jim Flegg BSc, PhD, ARCS,
MBOU; Andrew M. Fleming MA;
Professor Antony Flew MA(Oxon);
DLitt (Keele); Wynn K. Ford FRHist;
Paul Freeman DSc(London); G.S.P.
Freeman-Grenville DPhil, FSA, FRAS,
G.E. Fussell DLitt, FRHist; Kenneth W.
Gatland FRAS, FBIS; Norman Gelb BA;
John Gilbert BA(Hons, London); Professor
A.C. Gimson; John Glaves-Smith BA;
David Glen; Professor S.J. Goldsack BSc,
PhD, FINSTP, FBIS; Richard Gombich
MA, DPhil; A.F. Gomm; Professor A.
Goodwin MA; William Gould
BA(Wales); Professor J.R. Gray;
Christopher Green PhD; Bill Gunston;
Professor A. Rupert Hall LittD; Richard
Halsey BA(Hons, UEA); Lynette K.
Hamblin BSc; Norman Hammond; Peter
Harbison MA, DPhil; Professor Thomas G.
Harding PhD; Professor D.W. Harkness;
Richard Harris; Dr Randall P. Harrison;
Cyril Hart MA, PhD, FRCS, FIFor;
Anthony P. Harvey; Nigel Hawkes
BA(Oxon); F.P. Heath; Peter
Hebblethwaite MA (Oxon), LicTheol;
Frances Mary Heidensohn BA; Dr Alan
Hill MC, FRCP; Robert Hillenbrand MA,
DPhil; Catherine Hills PhD; Professor F.H.
Hinsley; Dr Richard Hitchcock; Dorothy
Hollingsworth OBE, BSc, FRIC, FIBiol,
FIFST, SRD; H.P. Hope BSc(Hons,
Agric); Antony Hopkins CBE, FRCM,
LRAM, FRSA; Brian Hook; Peter
Howell BPhil, MA(Oxon); Brigadier K.
Hunt; Peter Hurst BDS, FDS, LDS,
RSCed, MSc(London); Anthony Hyman
MA, PhD; Professor R.S. Illingworth
MD, FRCP, DPH, DCH; Oliver Impey
MA, DPhil; D.E.G. Irvine PhD; L.M.
Irvine BSc; E.W. Ives BA, PhD; Anne
Jamieson cand magt(Copenhagen), MSc
(London); Michael A. Janson BSc; G.H.
Jenkins PhD; Professor P.A. Jewell BSc
(Agric), MA, PhD, FIBiol; Hugh Johnson;
Commander I.E. Johnson RN; I.P. Jolliffe
BSc, MSc, PhD, ComplCE, FGS; Dr D.E.H.
Jones ARCS, FCS; R.H. Jones PhD, BSc,
Ceng, MICE, FGS, MASCE, Hugh Kay;
Dr Janet Kear; Sam Keen; D.R.C. Kempe
BSc, DPhil, FGS; Alan Kendall MA
(Cantab); Michael Kenward; John R. King
BSc(Eng), DIC, Ceng, MIPrEd; D.G.
King-Hele FRSc; Professor J.F. Kirkaldy
DSc; Malcolm Kitch; Michael Kitchin
MA; B.C. Lamb BSc, PhD; Nick Landon;
Major J.C. Larmie OGD, Retd; Diana
Leat BSc(Econ), PhD; Roger Lewin BSc,
PhD, Harold K. Lipset; Norman
Longmate MA(Oxon); John Lowry;
Kenneth E. Lowther MA; Diana Lucas
BA(Hons); Keith Lye BA, FRGS; Dr

Peter Lyon; Dr Martin McCauley; Sean
McConville BSc; D.F.M. McGregor BSc,
PhD(Edin); Jean Macqueen PhD;
William Baird MacQuitty MA(Hons),
FRGS, FRPS; Professor Rev F.X. Martin
OSA; Jonathan Martin MA; Rev Cannon
E.L. Mascall DD; Christopher Maynard
MSc, DTh; Professor A.J. Meadows; Dr
T.B. Millar; John Miller MA, PhD, J.S.G.
Miller MA, DPhil, BM, BCh; Alaric
Millington BSc, DipEd, FIMA, Rosalind
Mitchison MA, FRHist; Peter L. Moldon;
Patrick Moore OBE; Robin Mowat MA,
DPhil; J. Michael Mullin BSc; Alistair
Munroe BSc, ARCS; Professor Jacob
Needleman; John Newman MA, FSA;
Professor Donald M. Nicol MA PhD;
Gerald Norris; Professor F.S. Northedge
PhD; Caroline E. Oakman BA(Hons,
Chinese); S.O'Connell MA(Cantab),
MInstP; Dr Robert Orr; Michael Overman;
Di Owen BSc; A.R.D. Pagden MA,
FRHist; Professor E.J. Pagel PhD; Liam
de Paor MA; Carol Parker BA(Oxon), MA
(Internat. Aff.); Derek Parker; Julia Parker
DFAstrol; Dr Stanley Parker; Dr Colin
Murray Parkes MD, FRC(Psych), DPM;
Professor Geoffrey Parrinder MA, PhD,
DD(London), DLitt(Lancaster); Moira
Paterson; Walter C. Patterson MSc; Sir
John H. Peel KCVO, MA, DM, FRCP,
FRCS, FRCOG; D.J. Penn; Basil Peters
MA, MInstP, FBIS; D.L. Phillips FRCR,
MRCOG; B.T. Pickering PhD, DSc; John
Pimbleton; Susan Pinkus; Dr C.S. Pitcher
MA, DM, FRCPath; Alfred Plaut
FRCPsych; A.S. Playfair MSc, LRCP,
DObstRCOG; Dr Antony Polonsky;
Joyce Pope BA; B.L. Potter NDA,
MRAC, CertEd; Paulette Pratt; Antony
Preston Frank J. Pycroft; Margaret
Quass; Dr John Reckless; Trevor Reese
BA, PhD, FRHist; M.M. Reese MA
(Oxon); Derek A. Reid BSc, PhD, Clyde
Reynolds BSc, John Rivers; Peter Roberts;
Colin A. Roman MSc, FRAS; Professor
Richard Rose BA(Johns Hopkins), DPhil
(Oxon); Harold Rosenthal; T.G. Rosenthal
MA(Cantab); Anne Ross MA,
MA(Hons, Celtic Studies),
PhD, (Archaeol and Celtic Studies, Edin);
Georgina Russell MA; Dr Charles
Rycroft BA (Cantab), MB(London),
FRCPsych; Susan Saunders MSc(Econ);
Robert Schell PhD; Anil Seal MA,
PhD(Cantab); Michael Sedgwick
MA(Oxon); Martin Seymour-Smith
BA(Oxon), MA(Oxon); Professor John
Shearman; Dr Martin Sherwood; A.C.
Simpson BSc; Nigel Sitwell; Dr Alan
Sked; Julie and Kenneth Slavin FRGS,
FRAI; Professor T.C. Smout; Alec Xavier
Snobel BSc(Econ); Terry Snow BA, ATCL;
Rodney Steel; Charles S. Steinger MA, PhD;
Geoffrey Stern BSc(Econ); Maryanne
Stevens BA(Cantab), MA(London); John
Stevenson DPhil, MA; J. Sidworthy MA;
D. Michael Stoddart BSc, PhD; Bernard
Stonehouse DPhil, MA, BSc, MInstBiol;
Anthony Storr FRCP, FRCPsych;
Richard Story; Charles Stuart-Jervis;
Professor John Taylor; John W.R. Taylor
FRHist, MRAeS, FSLAET; R.B. Taylor
BSc(Hons, Microbiol); J. David Thomas
MA, PhD; D. Thompson BSc(Econ);
Harvey Tilker PhD; Don Tills PhD,
MPhil, MIBiol, FIMLS; Jon Tinker; M.
Tregear MA; R.W. Trender; David

Trump MA, PhD, FSA; M.F. Tuke PhD;
Christopher Tunney MA; Laurence
Urdang Associates (authentication and
fact check); Sally Walters BSc;
Christopher Wardle; Dr D. Washbrook;
David Watkins; George Watkins MSc;
J.W.N. Watkins; Anthony J. Watts; Dr
Geoff Watts; Melvyn Westlake; Anthony
White MA(Oxon), MAPhil(Columbia);
Dr Ruth D. Whitehouse; P.J.S. Whitmore
MBE, PhD; Professor G.R. Wilkinson; Rev
H.A. Williams CR; Christopher Wilson BA;
Professor David M. Wilson; John B. Wilson
BSc, PhD, FGS, FLS; Philip Windsor BA,
DPhil(Oxon), Roy Wolfe BSc(Econ), MSc;
Donald Wood MA PhD, Dr David
Woodings MA, MRCPath; Bernard Yallop PhD, BSc, ARCS, FRAS
Professor John Yudkin MA, MD,
PhD(Cantab), FRIC, FIBiol, FRCP.

هيئة تحرير بهجة المعرفة :

Editorial Director Creative Director Project Director

Frank Wallis
Ed Day
Harold Bull

Volume editors

Science and The Universe

John Clark
Lawrence Clarke

The Natural World

Ruth Binney

The Physical Earth

Erik Abranson
Dougal Dixon

Man and Society

Max Monsarrat

History and Culture 1 & 2

John Tusa
Roger Hearn

Time Chart

Jane Kenrick

Man and Machines

John Clark

Fact Index

Stephen Elliott
Stanley Schindler
John Clark

Art Director

Rod Stribley

Production Editor

Helen Yeomans

Assistant to the Project Director

Graham Darlow

Associate Art Director

Anthony Cobb

Art Buyer

Ted McCausland

Co-editions Manager

Averil Macintyre

Printing Manager

Bob Towell

Information Consultant

Jeremy Weston

Sub-Editors

Don Binney
Arthur Butterfield
Charyn Jones
Jenny Mulherin
Shiva Naipaul
David Sharpe
Jack Tresidder

Proof-Readers

Jeff Groman
Anthony Livesey

Researchers

Peter Furtado
Malcolm Hart
Peter Kilkenny
Ann Kramer
Lloyd Lindo
Heather Maisner
Valerie Nicholson
Elizabeth Peadon
John Smallwood
Jim Somerville

Senior Designer Designers

Sally Smallwood
Rosamund Briggs
Mike Brown
Lynn Cawley
Nigel Chapman
Pauline Faulks
Nicole Fothergill
Juanita Grout
Ingrid Jacob
Carole Johnson

Senior Picture Researchers

Chrissie Lloyd
Aean Pinheiro
Andrew Sutterby

Picture Researchers

Jenny Golden
Kate Parish
Phyllida Holbeach
Philippa Lewis
Caroline Lucas
Ann Usborne

Assistant to the Editorial Director

Judy Garlick

Assistant to the Section Editors Editorial Assistants

Sandra Creese
Joyce Evison
Miranda Grinling

Production Controllers

Jeremy Albutt
John Olive

Production Assistants

Anthony Bonsels
Nick Rochez
John Swan

ساهم في إعداد بهجة المعرفة :

Fabian Acker CEng, MIEE, MIMarE;
Professor Leslie Alcock; Professor H. C.
Allen MC; Leonard Amey OBE; Neil
Ardley BSc; Professor H.R.V. Arnstein DSc,
PhD, FIBiol; Russell Ash BA (Dunelm),
FRAI; Norman Ashford PhD, CEng,
MICE, MASCE, MCIT; Professor Robert
Ashton; B.W. Atkinson BSc, PhD; Anthony
Atmore BA; Professor Philip S. Bagwell
BSc(Econ), PhD; Peter Ball MA; Edwin
Banks MIOP; Professor Michael Banton;
Dulan Barber; Harry Barrett; Professor J.P.
Barron MA, DPhil, FSA; Professor W.G.
Beasley FBA; Alan Bender PhD, MSc,
DIC, ARCS; Lionel Bender BSc; Israel
Berkovitch PhD, FRIC, MICHE; E;
David Berry MA; M.L. Bierbrier PhD;
A.T.E. Binsted FBBi (Dipl); David
Black; Maurice E.F. Block BA,
PhD(Cantab); Richard H. Bomback BSc
(London), FRPS; Basil Booth
BSc(Hons), PhD, FGS, FRGS; J. Harry
Bowen MA(Cantab), PhD(London);
Mary Briggs MPS, FLS; John Brodrick
BSc(Econ); J.M. Bruce ISO, MA,
FRHistS, MRAS; Professor D.A.
Bullough MA, FSA, FRHistS; Tony
Buzan BA(Hons) UBC; Dr Alan R.
Cane; Dr J.G. de Casparis; Dr Jeremy
Catto MA; Denis Chamberlain; E.W.
Chanter MA; Professor Colin Cherry
DSc(Eng), MIEE; A.H. Christie MA,
FRAI, FRAS; Dr Anthony W. Clare
MPhil(London), MB, BCh, MRCPI,
MRCPsych; Professor Aidan Clarke MA,
PhD, FTCD; Sonia Cole; John R. Collis
MA, PhD; Professor Gordon Connell-
Smith BA, PhD, FRHistS; Dr A.H. Cook
FRS; Professor A.H. Cook FRS; J.A.L.
Cooke MA, DPhil; R.W. Cooke BSc,
CEng, MICE; B.K. Cooper; Penelope J.
Corfield MA; Robin Cormack MA, PhD,
FSA; Nona Coxhead; Patricia Crone BA,
PhD; Geoffrey P. Crow BSc(Eng), MICE,
MIMunE, MInstHE, DIPTE; J.G.
Crowther; Professor R.B. Cundall FRIC;
Noel Currer-Briggs MA, FSG;

الشركة العامة للنشر والتوزيع والاعلان

اجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية
طرابلس

PRINTED IN ITALY
30/1/1980
POLIGRAFICI EDITORIALI S.P.A.
OFFICINE GRAFICHE
BOLOGNA

Digitized by Ahmed Barod
18/8/2018
Libya Tripoli

هذه الموسوعة

أول مرة في لغتنا العربية .
 لأول مرة في تاريخنا بألوانه .
 قصدير لدينا موسوعة مصورة
 ومعمقة فعلاً على مستوى العمل
 الموسوعي .

لم يكن بوسعنا ان نتجاهل هذا النقص
 في مكتبتنا العربية . ولم يكن
 من خطتنا ان نؤيد بأي عمل للتجاربي
 مستويات الموسوعات المعبر عنها
 في الكثر لغات العالم تحت رمانا .
 وقد أنفقت لنا بعض الوقت في من
 بحث جادين عما يدعى عبادة بأهم
 "سجل الوسط" ، لكن البعث فني
 لم يعلمنا شيئاً سوى ان ليس ثمة
 حل وسط لأداء أي عمل جدي .
 فماذا فعلنا ؟

سألنا بعض من خبراء ، لكن اجابت
 الصعبة : لا تقع في نطاق هذه
 المقومات وحدها أو هذا الكتاب
 كذا . انها تقع في عشرة مجالات
 تضم حوالي أربعين ألف صفحة
 وأكثر من عشرة آلاف صورة . ومجموع
 حشود من محررين ورسامين طاول أربع
 سنوات كاملة .

الصداقة بيننا

المجموعة الأولى

